COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MARS 1847.

PRÉSIDENCE DE M. ADOLPHE BRONGNIART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Observations sur une eau minérale acide du* Paramo de Ruiz, *dans la Nueva-Granada; par* M. Boussingault.

« Cette eau, qui m'a été envoyée d'Amérique par M. *Illingworth*, provient d'une source abondante, qu'un jeune voyageur, M. W. Degenhardt, a découverte dans le Paramo de Ruiz, à l'altitude de 3800 mètres, là où prend naissance le Guali, un des affluents du Rio-Grande de la Magdalena.

» D'après la constitution géologique de la contrée, il est à présumer que cette eau sort du trachyte. Sa température est de 69,4 degrés centigrades.

» Depuis l'ascension de M. Degenhardt au nevado de Ruiz, l'existence de plusieurs bouches volcaniques sur ce point de la Cordilière centrale a cessé d'être douteuse. Ruiz est donc un volcan actif de plus à ajouter à la liste déjà nombreuse des volcans de l'Amérique méridionale.

» L'eau de Ruiz analysée par M. Lewy a donné :

» Sur 1 000 parties d'eau :

Acide sulfurique	5,181	6,062
Acide chlorhydrique	0,881	
Alumine	0,500	
Chaux	0,140	
Soude	0,360	
Silice	0,183	
Magnésie	0,320	
Oxyde de fer	0,365	
	7,930	

» Cette eau rappelle, par sa constitution, par son acidité, l'eau acide du Rio-Vinagre ou Passambio, originaire du volcan de Puracé, et dont j'ai fait l'analyse il y a plus de seize ans, à une époque où je m'étais proposé de porter mon laboratoire sur les principaux volcans des Andes de Cundinamarca, de Pasto et de Quito.

» J'ai trouvé, en effet, dans 1000 parties d'eau du Pasambio :

Acide sulfurique........	1,11	2,02
Acide chlorhydrique.....	0,91	
Alumine................	0,40	
Chaux..................	0,13	
Soude..................	0,12	
Silice.................	0,20	
Oxyde de fer; magnésie...	traces.	
	2,87	

» On voit que l'eau de Ruiz renferme trois fois autant d'acide que l'eau du Rio-Vinagre; mais il est bon de faire remarquer que la source de Ruiz est thermale, tandis que l'eau de Puracé a été puisée dans un torrent qui, après avoir suivi un cours souterrain, apparaît au jour à la cascade de San-Antonio, d'où il se précipite d'une hauteur considérable. Tout porte donc à croire, d'après la fraîcheur de ses eaux, que le Rio-Pasambio est formé, en grande partie, par la fonte des neiges qui recouvrent la cime du Puracé, et il est présumable qu'il doit son acidité à l'adjonction de sources acides d'origine volcanique.

» Le volume des eaux du Pasambio ou Rio-Vinagre est assez considérable; on en jugera par un jaugeage que j'ai exécuté en avril 1831, un peu au-dessous de la chorrera de San-Antonio :

	m
Largeur du torrent.........	3,66
Profondeur moyenne......	0,11
Vitesse de l'eau par seconde..	1,00

» Avec ces données, on arrive à ce résultat, qu'en avril 1831, le Pasambio débitait, par vingt-quatre heures, 34784,64 mètres cubes d'eau qui, d'après l'analyse rapportée précédemment, entraînaient :

38611 kilogrammes d'acide sulfurique ;
31654 kilogrammes d'acide chlorhydrique.

» Telle est l'énorme quantité de soufre et de chlore émise, chaque jour, par quelques issues seulement du volcan de Puracé, et sans tenir compte des abondantes vapeurs d'acide sulfhydrique qui se dégagent constamment du cratère.

» A une époque où l'on était peut-être porté à attribuer une trop grande influence à l'action que les êtres organisés exercent sur la composition de l'atmosphère, j'ai signalé l'émission incessante d'acide carbonique qui a lieu par les bouches volcaniques, comme une des causes les plus capables de restituer à l'air le carbone assimilé par les plantes et les animaux.

» Aujourd'hui qu'il est possible d'apprécier, avec un certain degré d'exactitude, tout ce qu'un seul volcan peut rejeter de soufre et de chlore, on accordera, je pense, que les phénomènes volcaniques ne se bornent pas à apporter du carbone à la surface du globe, mais qu'ils y apportent encore un autre élément tout aussi indispensable à l'organisme des êtres vivants, le soufre.

» Les sources acides ne sont pas particulières aux volcans de Ruiz et de Puracé. Ainsi, lors de mon ascension au cratère de Pasto, en juin 1831, j'ai vu, près du village indien de Genoi, de belles cascades d'eau fortement acidulée. Une circonstance, heureuse sous ce rapport qu'elle permettra peut-être de les utiliser, c'est que ces sources acides qui proviennent des volcans des Andes, coulent à une élévation qui est peu différente de celle à laquelle croissent les espèces les plus efficaces de quinquina. A une courte distance du Puracé se terminent les forêts étendues de Pitayo, qui donnent la *quina naranjada:* les quinquinas abondent, d'ailleurs, dans les cordilières de Ruiz et de Pasto; et si, jusqu'à présent, leur exploitation n'a pris aucune extension, il faut en voir la cause dans les difficultés que présente l'exportation dans des contrées qui manquent de voies de communications, et qui, de plus, sont placées à une grande distance de la mer. C'est pour se soustraire à la nécessité de transports quelquefois impossibles et toujours très-onéreux, qu'on a, à plusieurs reprises, formé le projet d'exploiter ces forêts de quinquinas, en y préparant sur place du sulfate de quinine; mais on n'a pas tardé à reconnaître qu'il y aurait réellement plus d'obstacles à vaincre, plus de dépenses à supporter, pour transporter depuis l'Europe jusque dans des régions d'un accès si difficile, de l'acide sulfurique, que n'en présenterait l'exportation de l'écorce fébrifuge.

» Il m'a semblé qu'il serait possible de réaliser la préparation de la quinine dans les montagnes volcaniques des Andes, si, comme tout tendait à le faire prévoir, les eaux acides des volcans avaient assez d'acidité pour en-

lever cet alcali à l'écorce de quinquina. J'ai, en conséquence, engagé M. Lewy à essayer sur du quinquina, l'action de l'eau de Ruiz. La prévision s'est confirmée, et dans une expérience faite dans le laboratoire de la Faculté des Sciences, M. Lewy a préparé de la quinine, par les procédés connus, et en employant comme acide l'eau du volcan de Ruiz.

» Il y a donc lieu d'espérer, maintenant, qu'on utilisera les quinquinas de certaines contrées montagneuses de la Nueva-Granada, puisque, à côté des arbres qui produisent la quinine, il se rencontre des volcans qui élaborent continuellement des quantités considérables d'acide sulfurique. »

ASTRONOMIE. — *Sur un micromètre oculaire à double réfraction; par* M. ARAGO.

Rochon, de l'ancienne Académie des Sciences, imagina, le premier, de faire servir la double réfraction à la détermination des très-petits angles. Il plaça un prisme de cristal de roche achromatisé, *dans l'intérieur de la lunette.* A l'aide de son mouvement de translation rectiligne, depuis l'oculaire jusqu'à l'objectif, ce prisme permettait de mesurer tous les diamètres des planètes ou des étoiles, compris entre zéro et l'angle formé par les deux rayons *ordinaire* et *extraordinaire*, à leur sortie du prisme achromatique.

M. Arago a fait un long usage de cet instrument. Il lui a servi dans plus de trois mille déterminations de diamètres de planètes. Toutefois, plusieurs inconvénients s'étaient manifestés: l'achromatisme du prisme *ne pouvait être parfait pour les deux images à la fois;* avec de très-forts grossissements, ce défaut devenait intolérable; d'autre part, quand le prisme se trouvait très-près de la lentille oculaire, pour la détermination du zéro de l'échelle ou pour la mesure des plus petits angles, les moindres imperfections du cristal ou du travail des surfaces étaient considérablement grossies; enfin, pour tout dire en deux mots, il était fâcheux d'introduire dans la lunette, une pièce qui en altérait inévitablement la bonté.

M. Arago remédia à cet inconvénient, il y a déjà bien des années, en plaçant le prisme à double réfraction *en dehors de la lunette*, en l'établissant entre l'oculaire et l'œil, à l'endroit même où s'appliquent les verres colorés quand on observe le soleil. Alors, la tangence des deux images s'obtenait en faisant varier le grossissement de la lunette, à l'aide d'un *changement dans la distance des deux lentilles de l'oculaire composé.*

Ce changement de distance n'était pas sans inconvénient : il fallait, après chaque altération dans la position des deux lentilles, se remettre au

foyer. Ajoutons que, pour avoir le meilleur effet possible de l'oculaire double, il est nécessaire que les deux lentilles dont il se compose soient à une distance déterminée; qu'en deçà et au delà de cette limite, les images perdent un peu de leur netteté; qu'enfin, ce procédé micrométrique est sans application possible, quand on veut faire usage d'oculaires simples et de très-forts grossissements.

Dans la disposition définitive adoptée par M. Arago, toutes ces difficultés s'évanouissent. Le prisme est toujours *en dehors;* ses défauts ne sont jamais amplifiés. Le grossissement est invariable; les plus courts oculaires simples, les oculaires biconcaves, trop négligés aujourd'hui, peuvent être employés. Des prismes un peu plus larges que la pupille, formant une série continue et se succédant, depuis les plus petits écartements des rayons ordinaires et extraordinaires jusqu'aux plus grands; se succédant par des variations de 30 secondes et même de 15 seulement, sont fixés, par séries de cinq, dans les ouvertures de pièces de cuivre, dans des *fiches* susceptibles de se mouvoir, le long d'une rainure pratiquée sur la pièce qui sert à adapter tout le système au porte-oculaire d'une lunette ou d'un télescope quelconque. L'astronome n'a plus, en faisant passer la fiche devant ses yeux, qu'à chercher quel est le prisme qui lui donne deux images tangentes de l'objet qu'il observe; il divise ensuite l'angle séparatif de ce prisme, par le grossissement de la lunette.

Quelquefois, un des prismes n'ayant pas assez séparé les images, le suivant les séparera trop. On n'aura donc que deux limites pour le diamètre cherché: ce sera leur moyenne qu'il faudra adopter. Voyons à combien se montera l'incertitude.

Avec des prismes se succédant par *quinzaines* de secondes, et un grossissement de 200, chaque mesure ne différera de celle que le prisme précédent aurait donnée, que de $\frac{15''}{200}$ ou de $\frac{7}{100}$ de seconde; l'incertitude de la moyenne n'irait guère qu'à $\frac{4}{100}$, quantité entièrement négligeable.

Cette forme du micromètre oculaire à double réfraction, était nouvelle pour l'Académie, à laquelle M. Arago ne l'avait jamais présentée; mais on en fait usage à l'Observatoire depuis plusieurs années.

Le Secrétaire perpétuel s'est empressé de rendre pleine justice à l'habileté, vraiment remarquable, que M. Soleil a déployée dans l'exécution de la longue suite de prismes, en quelque sorte microscopiques, qui sont incrustés dans les fiches du micromètre. L'habileté devait être ici et elle a été, effectivement, accompagnée d'une grande modération dans les prix.

STATISTIQUE. — *Extrait d'un travail intitulé :* Tableau général d'un pays aurifère ; *par* M. **Auguste de Saint-Hilaire.**

« Dans un travail que je viens de terminer et qui a pour titre : *Tableau général d'un pays aurifère,* j'essaye de donner quelque idée de Goyaz, province à peine connue, qui, sur une surface plus grande que la France, ne contenait, en 1819, qu'une population de 80000 individus, et où aujourd'hui on en compte au plus 97000. Je consacre à cette étude une suite de chapitres intitulés : 1° *Histoire ;* 2° *Étendue, limites, surface ;* 3° *Végétation ;* 4° *Climat, salubrité ;* 5° *Population ;* 6° *Administration générale ;* 7° *Finances ;* 8° *Résultats moraux de la dixme ;* 9° *Clergé, instruction publique ;* 10° *Forces militaires ;* 11° *Extraction de l'or ;* 12° *Culture des terres ;* 13° *Valeurs représentatives ;* 14° *Moyens de communications ;* 15° *Mœurs ;* et je ne me borne pas à donner une idée du triste état de ce pays reculé, je tâche de découvrir les remèdes qui peuvent mettre un terme à ses misères.

» Je n'entretiendrai pas l'Académie des chapitres de mon travail qui sont étrangers à ses occupations habituelles, mais je lui demanderai la permission de lui soumettre le paragraphe où j'esquisse à grands traits le tableau de la végétation du pays dont il s'agit, et celui où je dis quelques mots de son climat et de sa salubrité. Je me bornerai à parler de la partie de la province que j'ai visitée, celle qui s'étend au sud de ce grand diviseur d'eau auquel j'ai donné le nom de *Serra da Paranahyba e do Tocantins* (1).

Végétation.

» Cette vaste étendue de pays, aussi bien arrosée que le centre de la province des Mines, présente une alternative de bois et de *campos,* les uns uniquement couverts de plantes herbacées (*Taboleiros descobertos*), les autres parsemés d'arbres tortueux et rabougris, à écorce subéreuse, aux feuilles souvent dures et cassantes (*Taboleiros cobertos*). L'aspect de ces derniers *campos* est celui des pâturages de même nature que j'avais traversés, en 1817, dans le désert oriental du San-Francisco, et qui se retrouvent dans la *comarca* de Paracatis. Les plantes éparses au milieu des herbes appar-

---

(1) Je compte avoir l'honneur de soumettre plus tard à l'Académie un Mémoire sur cette chaîne remarquable.

tiennent aux mêmes espèces, à Goyaz et à Minas (1); ce sont les mêmes *qualea,* les mêmes *vochysia ;* le *solanum* à fruits gros comme une pomme de calville, que l'on appelle *fruta de lobo* (*Solanum lycocarpum,* Aug. Saint-Hil.) (2); plusieurs Apocynées, entre autres celle qu'on emploie dans le pays comme purgatif, sous le nom de *tiborne* (*Plumiera drastica,* Mart.); le *pequi* (*Caryocar brasiliensis,* Aug. Saint-Hil., Juss., Camb.), dont le fruit est comestible; le *pacari* au bois jaune (*Lafoensia pacari,* Aug. Saint-Hil.); le *quina do campo* (*Strychnos pseudoquina*), qui, quoiqu'un bon fébrifuge, n'offre pas une particule de quinine, et qui, quoique appartenant au genre *Strychnos,* ne contient pas un atome de strychnine (3).

» Quelques-uns des *campos* les plus élevés de la partie méridionale de la province de Goyaz diffèrent cependant beaucoup de ceux de Minas par la présence d'une monocotylédone ligneuse, haute de plusieurs pieds, extrêmement pittoresque, qui tantôt se montre seule au milieu des Graminées et des autres herbes, et tantôt se mêle aux arbres tortueux et rabougris. C'est un *vellozia* qui, entièrement couvert d'écailles, se bifurque plusieurs fois; dont la tige, excessivement roide, est partout d'une égale grosseur; dont les rameaux, aussi roides que la tige, se terminent par une touffe lâche de feuilles linéaires et pendantes; dont les fleurs, d'un bleu pâle, aussi grandes que nos lis, sortent du milieu des touffes de feuilles qui semblent les protéger.

» Les bois ne sont point également répartis entre les divers cantons que

---

(1) *Voir* mon *Voyage dans les provinces de Rio-de-Janeiro et de Minas-Geraes,* vol. II, et mon *Tableau géographique de la végétation primitive dans la province de Minas-Geraes.* (*Nouvelles Annales des Voyages,* tome III.)

(2) *Voir* mon *Voyage dans les provinces de Rio-de-Janeiro et de Minas-Geraes,* t. II, p. 333.

(3) Dans un Mémoire présenté à l'Académie, le 2 mars 1846, M. Pinel (*voir* la *Revue botanique,* par M. Duchartre) dit que le *Strychnos pseudoquina* est un des végétaux qui succèdent aux bois vierges incendiés. Ce petit arbre appartient à la végétation des *campos ;* il contribue à la caractériser, et l'on sait qu'il n'arrive jamais qu'un arbre de la région des *campos* passe dans celle des forêts primitives. Loin de l'Europe, des livres et des collections, les déterminations exactes sont presque impossibles, et il n'est pas étonnant qu'une erreur ait ici échappé à M. Pinel. Des chênes ne se trouvent pas non plus dans la province de Rio-de-Janeiro ; mais il est extrêmement facile de prendre pour des glands le fruit des Laurinées accompagné du calice persistant. Peu d'années avant son décès, le savant et conscencieux Desfontaines fut consulté par le ministre sur des échantillons qu'un naturaliste avait envoyés de Cayenne comme appartenant à quelque espèce de chêne, et il reconnut que ces échantillons n'étaient autre chose que les rameaux d'un *Laurus* ou de quelque genre voisin.

j'ai parcourus. Dans la partie la plus orientale, celle qui avoisine Santa-Luzia, San-Antonio dos Montes Claros, etc., et est très-élevée, ils sont beaucoup moins communs que dans le pays de Minas; la partie occidentale, et beaucoup plus basse, que l'on traverse avant d'arriver au Rio-Claro, en se rapprochant de la frontière de la province de Matto-Grosso, est, au contraire, fort boisée. C'est surtout dans les fonds, sur le bord des rivières, la pente des mornes, dans les terrains meubles, que l'on trouve des bois. Chaque bouquet (*capao*) a généralement peu d'étendue; mais il existe, entre Meia-ponte et Villa-Boa, une forêt appelée *Matto-Grosso* (le grand bois), qui a neuf *legoas* de l'est à l'ouest, et dont les limites du côté du nord et du côté du sud ne sont pas encore bien connues.

» Les bois que j'ai traversés dans la province de Goyaz ne ressemblent point aux forêts vierges de Rio-de-Janeiro ou même de Minas, et n'en ont nullement la majesté. Cependant on peut aussi y admirer de très-beaux arbres. Ceux-ci, il est vrai, sont écartés les uns des autres; mais les intervalles qu'ils laissent entre eux sont remplis par de grands arbrisseaux qui se pressent, confondent leurs branches, et sous lesquels on trouve de la fraîcheur et un ombrage délicieux. Ici de petits bambous aux tiges grêles et légères, ailleurs diverses sortes de palmiers jettent de la variété dans les masses de verdure qui les entourent. Souvent de grandes lianes enlacent toutes ces plantes, et sans cesse le voyageur est récréé par des accidents de végétation, des différences de formes et de feuillage auxquels l'Européen n'est point accoutumé.

» Si les forêts du midi de Goyaz se distinguent essentiellement de celles du littoral, elles ne diffèrent guère moins des *catingas* de Minas-Novas, qui, au temps de la sécheresse, se dépouillent totalement de leurs feuilles, et, sous un ciel brûlant, ressemblent si bien alors à nos bois, tels qu'ils se montrent au cœur de l'hiver. Les forêts de Goyaz me paraissent, en général, avoir plus de vigueur que les véritables *catingas;* une partie des arbres qui les composent, conservent leur feuillage, et appartiennent probablement à d'autres espèces, non-seulement que celles des forêts primitives de la côte, mais encore que celles des *catingas* elles-mêmes. Le 20 de juin, dans une année remarquable par son excessive sécheresse, la verdure du Matto-Grosso, près de Jaragua, était encore extrêmement fraîche : des feuilles nombreuses couvraient la plupart des arbres, et à la fin du mois d'août, vers la limite de la province, il y en avait encore qui étaient, du moins en partie, couverts de leurs feuilles, au milieu de beaucoup d'autres qui en étaient privés.

» Mais lorsque, depuis plusieurs mois, il n'est pas tombé une goutte

d'eau sur la terre, et que l'herbe des champs est entièrement brûlée par l'ardeur du soleil, on voit dans les bois et dans les *campos* des arbres qui, entièrement dépouillés, fleurissent, comme nos pêchers et nos amandiers, avant de s'être revêtus de nouvelles feuilles. Ce n'est pas une chaleur plus grande qui détermine la floraison de ces arbres, puisque les *paineras do campo* (*Pachira marginata,* Aug. Saint-Hil., Juss., Camb.) fleurissent dès le mois de juin. Je me garderai d'expliquer ce phénomène par des causes occultes ; je reconnaîtrai qu'il n'y a point de végétation sans humidité; mais je serai obligé d'admettre que les arbres dont il s'agit sont de nature à se contenter, pour le développement de leurs bourgeons à fleur, du peu de sucs qu'ils trouvent encore dans le sol, aidé par la rosée des nuits, toujours extrêmement abondante. Ces bourgeons d'ailleurs n'ont pas besoin de secours aussi puissants que les autres, puisqu'il n'en résulte que des organes altérés, portés par des axes extrêmement raccourcis.

» A l'époque de l'année où l'herbe des *campos* est entièrement desséchée et presque friable, on trouve toujours, dans les fonds marécageux, la plus belle verdure et souvent quelques fleurs. Là, aussi bien que dans les marais du *sertao* (désert) de Minas, s'élève majestueusement l'utile et élégant *bority* (*Mauritia vinifera,* Mart.), dont l'imposante immobilité est si bien en harmonie avec le calme du désert. La limite méridionale de cet utile palmier est à peu près la même que l'ancienne limite de la province de Goyaz, c'est-à-dire environ le 22e degré de latitude sud.

» A Goyaz et à Minas, le *capim gordura* (*Melinis minutiflora,* Paliss.), appelé ici *capim catingueiro,* à cause de sa mauvaise odeur, s'empare exclusivement des terrains qui ont été cultivés pendant un certain temps, et, dans le système d'agriculture adopté dans le pays, il les rend inutiles. M. Gardner, voyageur aussi sincère qu'instruit, a reconnu (1) que cette ambitieuse graminée avait déjà franchi les limites que je lui avais reconnues à l'époque de mon voyage. Les colons qu'il a consultés lui ont confirmé d'ailleurs l'opinion que j'ai émise sur cette plante, qu'elle n'est point indigène des contrées qu'elle tend à conquérir.

Climat, salubrité.

» Comme dans l'intérieur de la province de Minas, l'année se partage, à Goyaz, en deux saisons parfaitement distinctes: celle des pluies, qui commence en septembre; celle de la sécheresse, qui commence en avril.

---

(1) *Travels in the interior of Brazil.*

» J'ai passé un peu plus de trois mois à parcourir le midi de cette province, depuis le 27 mai jusqu'au 5 de septembre; dans tout cet intervalle il ne tomba pas une seule goutte d'eau : le thermomètre marquait généralement, à 3 heures du soir, de 20 à 26 degrés Réaumur, et, au lever du soleil, il variait de 3 degrés à 11° 30'. A peu près jusqu'au 22 du mois d'août, le ciel resta sans nuage et du plus bel azur. La sécheresse était extrême, l'herbe des champs était brûlée; dans le cours de la journée, une chaleur excessive se faisait sentir; mais, sur le soir, une brise délicieuse venait rafraîchir l'atmosphère. Vers le 10 du mois d'août, lorsque j'étais encore près du village de Meiaponte, par 15° 30', la brise commença à se faire sentir pendant toute la durée du jour, et l'on m'assura dans le pays que le même vent soufflait, chaque année, à peu près depuis la fin de juillet jusqu'à la saison des pluies. Le 22 du mois d'août, tandis que je parcourais les environs du village de Santa-Cruz, situé par le 17° 54', le ciel perdit le brillant éclat que j'avais admiré tant de fois; alors il offrait, à peu près, ces teintes qu'il a en France au commencement d'une belle matinée d'automne. A la vérité, on ne voyait point de nuages, mais l'atmosphère était chargée de vapeurs qui dérobaient la vue des objets éloignés. Si, vers midi, le temps s'éclaircissait un peu, bientôt se formait un nouveau brouillard, et, depuis quatre heures jusqu'à la fin du jour, le disque du soleil, d'un rouge foncé, pouvait être regardé fixement. Suivant les habitants du pays, ce changement atmosphérique devait être regardé comme le précurseur des pluies; cependant elles ne commencèrent qu'un mois plus tard, lorsque je n'étais plus dans la province de Goyaz (1).

» Les maladies les plus communes dans la partie méridionale de cette province, sont la syphilis, l'hydropisie, et l'espèce d'éléphantiasis que les Brésiliens appellent *morfea*. Presque tous les habitants de Villa-Boa, la capitale de la province, et ceux des environs, ont un goître, et souvent cette difformité, devenue énorme, empêche de parler ceux qui en sont affligés. Cependant, malgré les longues et excessives recherches dont j'ai parlé, et les interminables pluies qui leur succèdent pour faire place à d'autres sécheresses, le midi de Goyaz ne saurait être considéré comme insalubre; et il le deviendra moins encore lorsque, par des travaux, on aura assaini les lieux marécageux (2). »

---

(1) M. Pohl a donné des détails intéressants sur le nord de la province de Goyaz. (Reize, t. I, p. 322.)

(2) D'Eschwege cite deux centenaires dans le seul village de Desemboque, qui, depuis quelques années, a été réuni à la province de Minas, et qui, lors du voyage du colonel allemand, ne comprenait encore que soixante et une maisons.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Mémoire sur les racines des équations algébriques à coefficients entiers, et sur les polynômes radicaux; par* M. **Augustin Cauchy.**

« En recherchant les propriétés que possèdent les racines d'équations algébriques à coefficients entiers, je me suis trouvé conduit à divers résultats qui m'ont paru dignes de remarque, et que je vais indiquer en peu de mots.

§ I[er]. — *Sur les équations algébriques à coefficients entiers.*

» Soit $\varphi(x)$ une fonction entière de x du degré m, en sorte qu'on ait

$$\varphi(x) = a_0 + a_1 x + \ldots + a_m x^m.$$

Si les valeurs numériques des coefficients

$$a_0,\ a_1, \ldots, a_m$$

se réduisent à des nombres entiers, l'équation

$$(1) \qquad \varphi(x) = 0$$

sera ce que j'appellerai une équation algébrique à coefficients entiers. Si

$$(2) \qquad \chi(x) = 0$$

représente une seconde équation de même espèce, qui ait des racines communes avec la première, il suffira de chercher le plus grand commun diviseur algébrique entre les deux polynômes $\varphi(x)$, $\chi(x)$, puis d'égaler ce plus grand commun diviseur à zéro, pour obtenir une troisième équation

$$(3) \qquad \varpi(x) = 0,$$

qui offrira toutes les racines communes aux deux premières. Cette troisième équation sera elle-même à coefficients entiers, si avant d'effectuer chacune des divisions partielles que réclame la recherche du plus grand commun diviseur, on a eu soin de multiplier chaque dividende par un facteur entier, convenablement choisi. En conséquence, on peut énoncer la proposition suivante :

» 1[er] *Théorème.* Si deux équations algébriques et à coefficients entiers offrent des racines communes, celles-ci sont, en même temps, les racines d'une troisième équation algébrique et à coefficients entiers.

» *Corollaire* 1er. En vertu des relations qui existeront entre les dividendes et diviseurs partiels et les restes correspondants, le premier membre de la formule (3) sera évidemment lié aux premiers membres des formules (1) et (2), par une équation de la forme

$$(4) \qquad \varpi(x) = u\,\varphi(x) - v\,\chi(x),$$

u, v étant deux fonctions entières de x à coefficients entiers. Si l'on nomme m le degré de $\varphi(x)$, n le degré de $\chi(x)$, et ν le degré de $\varpi(x)$, les degrés de u et de v seront respectivement $n-\nu-1$ et $m-\nu-1$. D'ailleurs, lorsque $\varpi(x)$ sera connu, les valeurs de u et de v pourront se déterminer directement à l'aide d'une méthode semblable à celle que j'ai donnée dans les *Exercices de Mathématiques*, t. Ier, p. 160.

» *Corollaire* 2e. Si, des deux équations données, celle qui est de degré moindre offre des racines étrangères à l'autre, la troisième équation sera nécessairement d'un degré inférieur aux degrés des deux premières.

» *Corollaire* 3e. Si des deux équations données, la seconde n'offre pas de racines étrangères à la première, $\varphi(x)$ sera divisible algébriquement par $\chi(x)$, et l'on aura

$$(5) \qquad k\,\varphi(x) = v\,\chi(x),$$

v désignant une nouvelle fonction entière et à coefficients entiers, et k une quantité constante. Si, dans le diviseur $\chi(x)$, la puissance la plus élevée de x a pour coefficient l'unité, alors le coefficient k pourra être réduit à l'unité, puisque la division algébrique fournira immédiatement pour le quotient $\frac{\varphi(x)}{\chi(x)}$ une fonction entière de x à coefficients entiers. Donc alors, la formule (5) pourra être réduite à

$$(6) \qquad \varphi(x) = v\,\chi(x).$$

» Une équation algébrique et à coefficients entiers sera *irréductible*, s'il n'est pas possible de former une autre équation algébrique, de degré moindre et à coefficients entiers, qui ait avec elle des racines communes. Nous supposerons d'ailleurs généralement que, dans mon équation irréductible, les divers coefficients, réduits à leurs moindres valeurs numériques, n'offrent pas de diviseur qui leur soit commun à tous. Cela posé, le théorème 1er entraînera évidemment les propositions suivantes :

» 2e *Théorème*. Une équation algébrique et à coefficients entiers n'est

point irréductible, lorsque, parmi ses racines, quelques-unes seulement vérifient une autre équation algébrique et à coefficients entiers.

» 3ᵉ *Théorème.* Supposons que, X étant une fonction entière de x, à coefficients entiers, l'équation

$$X = 0$$

soit irréductible. Si une seule racine x de cette équation vérifie une autre équation algébrique et à coefficients entiers

$$\varphi(x) = 0,$$

alors la fonction $\varphi(x)$ sera divisible algébriquement par la fonction X. Donc, si dans cette dernière le coefficient de la plus haute puissance de x se réduit à l'unité, on aura

$$\varphi(x) = X\psi(x),$$

$\psi(x)$ désignant encore une fonction entière de x à coefficients entiers.

» Les 2ᵉ et 3ᵉ théorèmes fournissent le moyen de décomposer en équations algébriques irréductibles une équation binôme de la forme

$$x^n - 1 = 0, \tag{7}$$

n étant un nombre entier quelconque. On peut ainsi, par exemple, établir les propositions suivantes :

» 4ᵉ *Théorème.* n étant un nombre entier quelconque, supérieur à 2, nommons m le nombre des termes de la suite

$$1,\quad 2,\quad 3,\ldots,\quad n-1,$$

qui sont premiers à n. Soit, de plus,

$$X = 0 \tag{8}$$

l'équation algébrique et à coefficients entiers qui a pour premier terme x^m, pour dernier terme l'unité, et pour racines les diverses racines primitives de l'équation binôme

$$x^n - 1 = 0. \tag{9}$$

L'équation (8) sera toujours irréductible.

» 5ᵉ *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le théorème précédent, nommons $\varphi(x)$ une fonction entière de x à coefficients entiers.

Si une seule racine de l'équation (8) vérifie la condition

$$\varphi(x) = 0,$$

on aura, quel que soit x,

$$\varphi(x) = X\psi(x),$$

$\psi(x)$ désignant encore une fonction entière de x à coefficients entiers.

§ II. — *Sur les polynômes complexes ou radicaux.*

» Soit ρ une racine primitive de l'équation binôme

$$(1) \qquad x^n - 1 = 0,$$

n étant un nombre entier quelconque. Une fonction entière $\varphi(\rho)$ de cette racine pourra toujours être réduite à la forme

$$(2) \qquad \varphi(\rho) = a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + \ldots + a_{n-1}\rho^{n-1},$$

et représentera ce qu'on nomme quelquefois un nombre complexe. Mais ici le mot nombre paraît détourné de sa signification naturelle. Afin d'éviter cet inconvénient, je donnerai simplement à la fonction $\varphi(\rho)$ déterminée par la formule (2), le nom de *polynôme complexe,* ou mieux encore, de *polynôme radical,* pour rappeler l'origine d'un tel polynôme dont les divers termes sont proportionnels aux diverses puissances d'une même expression radicale, savoir d'une racine $n^{ième}$ de l'unité.

» Soit maintenant m le nombre des termes qui, dans la suite

$$1, \quad 2, \quad 3, \ldots, \quad n-1,$$

sont premiers à m. Soit encore

$$(3) \qquad X = 0$$

l'équation réciproque et irréductible qui a pour premier terme x^m, et pour racines les diverses racines primitives de l'équation (1). Toute fonction entière $\varphi(x)$ de la variable x se réduira, pour $x = \rho$, au reste qu'on obtient en divisant cette fonction par X; et comme ce reste sera seulement de degré $m - 1$, il est clair que tout polynôme radical $\varphi(\rho)$ sera réductible à une fonction entière du degré $m - 1$, c'est-à-dire à la forme

$$(4) \qquad \varphi(\rho) = a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2 + \ldots + a_{m-1}\rho^{m-1}.$$

» Lorsqu'un polynôme radical aura été ramené à cette forme, nous le dirons

réduit à sa plus simple expression. Si les coefficients des diverses puissances de x sont entiers avant la réduction, ils le seront encore après. Dans ce qui suit, nous considérerons seulement des polynômes radicaux, à coefficients entiers, et nous les supposerons réduits à leurs plus simples expressions. Lorsqu'un polynôme radical $\varphi(\rho)$, multiplié par un autre $\chi(\rho)$, en produira un troisième $\mathrm{f}(\rho)$, nous dirons que celui-ci a pour *facteur* le polynôme $\varphi(\rho)$, par lequel il peut être divisé. Cela posé, un polynôme radical $\varphi(\rho)$ ou $\mathrm{f}(\rho)$ aura évidemment, pour *facteur entier,* tout nombre entier qui divisera tous les coefficients à la fois. De plus, un facteur sera linéaire, s'il est de la forme $a_0 + a_1\rho$; du second degré, s'il est de la forme $a_0 + a_1\rho + a_2\rho^2$; et ainsi de suite.

» Ces définitions étant admises, on déduit immédiatement des principes établis dans le § I[er], les propositions suivantes :

» 1[er] *Théorème.* ρ étant une des racines primitives de l'équation (1), et $\mathrm{f}(\rho)$ un polynôme radical à coefficients entiers, si ce polynôme est décomposable en deux facteurs de même forme $\varphi(\rho)$, $\chi(\rho)$, en sorte qu'on ait

(5) $$\mathrm{f}(\rho) = \varphi(\rho)\chi(\rho),$$

on aura encore, pour une valeur quelconque réelle ou imaginaire de la variable x,

(6) $$\mathrm{f}(x) = \varphi(x)\chi(x) + \mathrm{X}\psi(x),$$

$\psi(x)$ désignant une nouvelle fonction entière de x à coefficients entiers.

» 2[e] *Théorème.* ρ étant une racine primitive de l'équation (1), et $\mathfrak{N}$ un nombre entier quelconque, si $\mathfrak{N}$ se décompose en deux facteurs radicaux $\varphi(\rho)$, $\chi(\rho)$ à coefficients entiers, en sorte qu'on ait

(7) $$\mathfrak{N} = \varphi(\rho)\chi(\rho),$$

on aura encore, pour une valeur quelconque réelle ou imaginaire de la variable x,

(8) $$\mathfrak{N} = \varphi(x)\chi(x) + \mathrm{X}\psi(x),$$

$\psi(x)$ désignant une nouvelle fonction entière de x à coefficients entiers.

» 3[e] *Théorème.* ρ étant une racine primitive de l'équation (1), si le nombre entier $\mathfrak{N}$ admet un facteur radical linéaire, c'est-à-dire de la forme

$$a_0 + a_1\rho,$$

on aura, pour une valeur quelconque réelle ou imaginaire de la variable x,

(9) $$\mathfrak{N} = (a_0 + a_1 x)\chi(x) + kX,$$

$\chi(x)$ désignant une fonction entière de x, du degré $m-1$, à coefficients entiers, et k un coefficient constant dont la valeur numérique soit entière.

» Dans la recherche des diviseurs radicaux d'un nombre entier donné $\mathfrak{N}$, on peut toujours supposer que le diviseur radical cherché, et même le quotient du nombre $\mathfrak{N}$ par ce diviseur, n'offrent pas de facteurs entiers. En effet, si dans l'équation (7), on supposait

$$\varphi(\rho) = c\varphi_1(\rho),$$

ou

$$\chi(\rho) = c\chi_1(\rho),$$

$\varphi_1(\rho)$ ou $\chi_1(\rho)$ étant un polynôme radical à coefficients entiers, c devrait diviser $\mathfrak{N}$, et l'équation (7) pourrait être remplacée par la suivante:

$$\frac{\mathfrak{N}}{c} = \varphi_1(\rho)\chi(\rho), \quad \text{ou} \quad \frac{\mathfrak{N}}{c} = \varphi(\rho)\chi_1(\rho),$$

en vertu de laquelle $\varphi_1(\rho)$ ou $\varphi(\rho)$ serait diviseur de $\frac{\mathfrak{N}}{c}$.

» On pourra donc toujours supposer, dans le 3e théorème, que chacun des facteurs radicaux $a_0 + a_1\rho$, $\chi(\rho)$ n'offre pas de diviseurs entiers. Alors les coefficients a_0, a_1 seront premiers entre eux, et, par suite, comme il est aisé de le voir, chacun d'eux sera premier à n. Alors aussi, en nommant p un diviseur premier de $\mathfrak{N}$, on tirera de la formule (9),

(10) $$(a_0 + a_1 x)\chi(x) + kX \equiv 0, \quad (\text{mod. } p),$$

quelle que soit la valeur attribuée à X. La formule (10) se réduirait à

(11) $$(a_0 + a_1 x)\chi(x) \equiv 0, \quad (\text{mod. } p),$$

si p divisait k. Mais comme, dans cette hypothèse, l'équation (11), dont le degré est m, devrait offrir p racines distinctes, il est clair que p devrait être inférieur ou tout au plus égal à m.

» Lorsque, a_0 et a_1 étant premiers entre eux, le binôme radical $a_0 + a_1\rho$ sera diviseur de $\mathfrak{N}$, si d'ailleurs $\mathfrak{N}$ n'a pour facteurs premiers que des nombres supérieurs à m, il suffira de choisir x de manière à vérifier la condition

(12) $$a_0 + a_1 x \equiv 0, \quad (\text{mod. } \mathfrak{N}),$$

pour que la formule (10) entraîne la suivante :

(13) $$X \equiv 0, \quad (\text{mod. } \mathfrak{N}),$$

et, à plus forte raison, la suivante :

(14) $$x^n \equiv 1, \quad (\text{mod. } \mathfrak{N}).$$

Mais, d'autre part, si l'on nomme N l'indicateur maximum correspondant au nombre entier $\mathfrak{N}$, tout nombre x premier à $\mathfrak{N}$ vérifiera la condition

(15) $$x^N \equiv 1, \quad (\text{mod. } \mathfrak{N}).$$

Enfin, si ω désigne le plus grand commun diviseur de N et de n, les formules (14), (15) entraîneront la suivante :

(16) $$x^\omega \equiv 1, \quad (\text{mod. } \mathfrak{N}),$$

et, dans cette dernière, ω ne pourra se réduire à l'unité. Car si, à l'équation (13) on joignait la condition

(17) $$x \equiv 1, \quad (\text{mod. } \mathfrak{N}),$$

$\mathfrak{N}$ devrait se réduire à l'unité; ou bien encore au nombre n, si n était un nombre premier ou une puissance d'un tel nombre. En conséquence, on pourra énoncer généralement la proposition suivante :

» 4e *Théorème.* n, $\mathfrak{N}$ étant deux entiers quelconques, nommons m le nombre des entiers premiers à n, et N l'indicateur maximum correspondant au nombre $\mathfrak{N}$. Supposons d'ailleurs que le nombre $\mathfrak{N}$ ait pour facteurs des nombres supérieurs à n, ou même à $n\left(1-\frac{1}{c}\right)$, si n est une puissance d'un nombre premier c. Pour que le nombre $\mathfrak{N}$ admette un diviseur radical linéaire et de la forme

$$a_0 + a_1 r,$$

a_0, a_1 étant premiers entre eux, il sera nécessaire que n et N offrent un commun diviseur supérieur à l'unité.

» *Corollaire* 1er. Si n est un nombre premier, alors, en vertu du théorème précédent, N devra être divisible par n.

» *Corollaire* 2e. Si $\mathfrak{N}$ et n sont deux nombres premiers, on aura

$$N = \mathfrak{N} - 1;$$

et, par suite, pour que $\mathfrak{N}$ admette un diviseur radical linéaire de la forme $a_0 + a_1 \rho$, il sera nécessaire que $\mathfrak{N}$ soit de la forme $4x + 1$.

» Considérons maintenant d'une manière spéciale le cas où n est un nombre premier. Alors on aura

$$m = n - 1 \quad \text{et} \quad X = x^{n-1} + x^{n-2} + \ldots + x + 1.$$

Alors aussi la formule (13) offrira m racines distinctes; et, si $\mathfrak{N}$ est décomposable en deux facteurs radicaux

$$a_0 + a_1 \rho, \quad \chi(\rho),$$

dont l'un soit linéaire, et dont aucun n'admette de diviseur entier, les m racines de l'équation (13) devront satisfaire à la formule (11), dont le degré est m, et l'une d'elles à la formule (12). Dans un prochain article, nous appliquerons ce principe, et les principes analogues auxquels couduiraient les formules (6) et (8), à la décomposition des nombres entiers en facteurs radicaux, ou même des polynômes radicaux en polynômes de même espèce. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le mouvement d'un système de molécules dont chacune est considérée comme formée par la réunion de plusieurs atomes ou points matériels; par* M. **Augustin Cauchy**.

(Un extrait de ce Mémoire et des formules qu'il renferme sera publié dans un prochain article.)

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les phénomènes de la contraction musculaire indirecte; — sur la relation entre la direction du courant électrique et les phénomènes électrophysiologiques qu'il produit.* (Lettre de **M. A. Matteucci** à M. *Dumas*.)

« Excusez-moi si je profite encore de votre bienveillance afin d'attirer, pour quelques instants, l'attention de l'Académie sur les résultats de mes derniers travaux d'électrophysiologie.

» Ceux dont je vais vous entretenir complètent définitivement mes travaux sur ce sujet, et font ainsi suite à ceux qui ont déjà paru dans les *Transactions philosophiques*. C'est bien aux encouragements de l'Académie que je dois en grande partie, je dirai presque le courage d'avoir persisté si longtemps dans une voie de recherches si pénibles, si difficiles et si ingrates.

» Plutôt que d'arriver à des résultats très-brillants, je me suis toujours proposé de faire quelques pas aussi solides que possible; et tous les physi-

ciens qui se sont, un tant soit peu, occupés de ce sujet en ont dû bientôt sentir les difficultés. J'ose espérer que la physiologie, qui depuis quelque temps marche dans une bonne voie, profitera un jour de mes travaux.

» Mes dernières recherches ont porté:

» 1°. Sur les phénomènes de la contraction induite;

» 2°. Sur la relation entre la direction du courant électrique et les phénomènes électrophysiologiques qu'il excite.

» J'ai, d'une manière sûre, mis hors de doute que la contraction induite est un phénomène qui, parmi toutes les parties de l'organisme vivant, n'appartient qu'au seul muscle en contraction. J'ai également prouvé qu'il est impossible de s'expliquer ce phénomène par une action quelconque d'un courant électrique, qui parcourrait la masse musculaire pendant la contraction. On ne trouve aucune augmentation dans le courant musculaire, pendant la contraction du muscle.

» C'est après avoir prouvé que des décharges électriques de la bouteille, tellement faibles qu'elles ne peuvent être montrées par aucun instrument, excepté par la grenouille, que j'ai pensé que la contraction induite pouvait être due à une décharge électrique de ce genre. En effet, s'il en eût été ainsi, ce n'est pas à l'aide du galvanomètre qu'on aurait pu s'en apercevoir. Mes doutes ont acquis un plus grand poids, lorsque j'ai trouvé que des décharges électriques très-faibles, en traversant les masses musculaires, étaient capables d'exciter la contraction dans la grenouille galvanoscopique, qui, avec son nerf seulement, touchait la surface du muscle traversé. J'ai également prouvé que les couches isolantes et conductrices interposées entre les nerfs de la grenouille galvanoscopique et la surface du muscle contracté, donnaient des effets, desquels on ne pouvait pas déduire des différences entre l'action de la décharge de la bouteille, et la contraction musculaire excitée par l'irritation du nerf. Ces phénomènes n'ont pas été différents quand on faisait passer la décharge de la bouteille, aussi petite que possible, à travers des masses musculaires qui avaient perdu le pouvoir de se contracter.

» Si l'on réfléchit maintenant à toutes les analogies que mes recherches sur la torpille ont prouvé exister entre les lois qui président à la contraction musculaire et à la décharge des poissons électriques, on est amené à s'expliquer la contraction induite par un phénomène de décharge électrique qui aurait lieu pendant la contraction musculaire. Il est juste de dire que M. Becquerel eut le premier cette idée. Ces analogies entre la contraction et la décharge électrique des poissons sont de la plus haute impor-

tance, parce qu'elles tirent leur source de la structure des organes et des lois physiques et physiologiques des deux phénomènes.

» La seconde série de mes recherches est sur la relation entre la direction du courant électrique et les phénomènes électrophysiologiques qu'il excite. Voici un fait nettement établi : le courant *direct* détruit l'excitabilité du nerf, et le courant *inverse* l'augmente.

» Il y a plus ; le passage du courant inverse laisse le nerf dans un tel état, que des contractions très-fortes et très-persistantes se montrent lorsque ce courant a cessé. Je vais vous écrire une seule expérience qui ne manque jamais de réussir.

» Une grenouille, préparée de la manière ordinaire, est plongée avec ses deux pattes dans deux verres, et le courant qu'on fait passer, est nécessairement direct pour un des nerfs, inverse pour l'autre. Après vingt-cinq ou trente minutes que le circuit est fermé, coupez le nerf parcouru par le courant inverse au point où il s'inserre dans la cuisse ; vous aurez, dans ce membre, une contraction violente qui cessera bientôt, et rien dans l'autre.

» Si, au lieu de cela, on coupe ce même nerf au point où il sort de la moelle épinière, de sorte qu'il en reste une certaine longueur attachée à la cuisse, vous aurez encore une contraction violente dans ce membre, mais qui sera suivie par d'autres, et le membre restera palpitant pendant dix ou quinze secondes, quelquefois deux minutes et même davantage.

» Pour faire cesser immédiatement cet état, il n'y a que deux moyens : ou un nouveau passage du courant inverse, ou détruire complétement le nerf. J'ai décrit, dans mon Mémoire, des études longues et minutieuses sur ces phénomènes, qui doivent certainement conduire un jour à la découverte de la liaison intime qui existe entre le courant électrique et le fluide nerveux.

» Je ne puis pas laisser passer cette occasion sans dire un mot sur un passage de la communication très-importante, faite récemment à l'Académie par M. Liebig. Ce chimiste ayant trouvé, comme M. Berzelius, un acide libre dans les muscles, qui n'est séparé d'un fluide alcalin (du sang et de la lymphe) que par des membranes très-minces, croit pouvoir expliquer par là l'origine du courant musculaire. Je me permets de faire observer que le courant musculaire, dont la direction est constante de l'intérieur à la surface du muscle, dont l'intensité et la durée varient d'une manière constante dans les mammifères, les oiseaux, les reptiles, etc., qui est détruit par l'hydrogène sulfuré, par le défaut de la respiration, ne peut pas recevoir une explication si vague et si peu fondée.

» Puisque c'est pour la dernière fois que j'ose entretenir l'Académie sur

cette matière, j'espère qu'on me pardonnera de publier ici des idées hypothétiques, qui résultent de l'ensemble des phénomènes électrophysiologiques sur la nature de la force nerveuse et de sa relation avec l'électricité. Je résumerai cette hypothèse avec le moins de mots possible, et sous forme de propositions. Peut-être que la physiologie en profitera quelque jour.

» 1°. Le fluide nerveux se produit par les actions chimiques de la nutrition.

» 2°. Ce fluide développé, principalement dans les muscles, s'y répand, et, doué d'une force répulsive entre ses parties, comme le fluide électrique, il tient les éléments de la fibre musculaire dans un état de répulsion analogue à celui présenté par les corps électrisés.

» 3°. Quand ce fluide nerveux cesse d'être libre dans le muscle, les éléments de la fibre musculaire s'attirent entre eux, comme on le voit arriver dans la roideur cadavérique.

» 4°. Ce fluide nerveux entre continuellement dans les nerfs, et de là passe au cerveau, prenant dans ces corps un nouvel état qui n'est plus celui du fluide libre; c'est de cette manière qu'il passe du muscle au nerf. Suivant la quantité de ce fluide qui cesse d'être libre dans le muscle, la contraction est plus ou moins forte.

» 5°. Cet état est celui du courant nerveux ou espèce de décharge qui va des extrémités nerveuses au cerveau, et revient en sens contraire par l'acte de la volonté.

» 6°. Quand cette décharge a lieu, la contraction musculaire doit avoir lieu, le fluide cessant d'être libre dans les muscles.

» 7°. Cette décharge du fluide nerveux, agissant comme dans les poissons électriques, explique la contraction induite; dans les deux cas et par la même disposition des parties, le courant nerveux produit une espèce de polarisation électrique des éléments ou musculaires, ou de l'appareil électrique: la différence des effets serait due à un différent nombre des éléments, à leurs dimensions, etc.

» 8°. Le courant électrique empêche la décharge nerveuse, s'il est dirigé dans le sens contraire; c'est le cas du courant direct : le fluide nerveux ne pouvant pas entrer et se recueillir dans le nerf, celui-ci perd son excitabilité. Le contraire a lieu pour le courant inverse qui va dans le même sens de la décharge nerveuse; de cette manière le fluide nerveux se trouve accumulé dans le nerf, et son excitabilité est augmentée.

» J'ai presque honte d'avoir eu la hardiesse de communiquer à l'Académie des idées si vagues, et apparemment si peu fondées, et contre lesquelles on

pourrait faire bien des objections; mais je pense que, parmi les théories physiques les mieux fondées aujourd'hui, il en existe qui ont débuté de cette manière, et il est certain que des hypothèses, aussi peu fondées que celles-ci, ont quelquefois pu produire ensuite des découvertes remarquables. »

M. **Chevreul** met sous les yeux de l'Académie un échantillon du mortier du pont-acqueduc de Roquefavour.

Cet échantillon, qui a été poli comme un fragment de brèche, peut faire juger de l'excellence du mortier employé pour les fondations de cette grande construction. M. de Montricher l'a remis sur les lieux à M. Chevreul.

M. **Dumas** dépose un paquet cacheté.

RAPPORTS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Rapport sur le Mémoire de* M. Chevandier, *intitulé :* Recherches sur la composition élémentaire des différents bois, et sur le rendement d'un hectare de forêts.

(Commissaires, MM. Boussingault, de Jussieu, de Gasparin rapporteur.)

« L'usage du combustible, borné autrefois aux besoins domestiques et aux industries qui appliquaient directement le calorique aux matériaux qu'elles traitaient dans le but de les fondre, ou d'en dégager certains de leurs principes, a pris une extension immense, du jour où les arts mécaniques sont venus demander leur force motrice à la vapeur. Les mines de houille cantonnées dans la partie occidentale de l'Europe ont pu y alimenter cette consommation nouvelle ; mais, plus on s'en éloigne en marchant vers l'est, et plus on a dû attacher d'importance à la production, à la conservation des bois, que rien ne venait remplacer.

» Les Allemands sont considérés comme nos maîtres en fait de sylviculture, et cependant, quand on ouvre les ouvrages, si remarquables à d'autres titres, où ils ont consigné le fruit de leurs expériences, on est confondu de voir qu'à côté de détails infinis sur l'administration des forêts et sur leur mode d'exploitation, il ne se trouve que des notions assez légères sur la physiologie des arbres, sur leur développement par rapport à la nature des terrains, sur leurs produits relatifs dans des conditions de sol, de climat, d'exposition, et, enfin, avec des chiffres qui puissent faire apprécier le résultat final, la production réduite à ses éléments, à une seule

unité, qui puisse rendre comparables les produits des différentes situations et des différentes espèces d'arbres cultivés. Chez eux, la sylviculture est bien plutôt de l'administration agricole que de la science.

» Telle n'était pas la tendance de notre Duhamel, le seul qui ait laissé dans la sylviculture des traces indépendantes du temps et des lieux, des bases réellement scientifiques. C'est encore à lui qu'il fallait revenir pour trouver des chiffres approximatifs applicables aux faits forestiers. M. Chevandier l'a suivi dans cette voie, avec toutes les ressources des sciences physiques naturelles. Éclairé par les progrès récents que l'agriculture doit aux travaux de quelques chimistes et physiciens éminents, il a voulu doter la sylviculture des mêmes avantages; et, dans une série de Mémoires qu'il vous a présentés, il vous a offert déjà de nombreux coefficients applicables aux principales circonstances de l'exploitation des bois. Il vous a fait connaître la composition élémentaire de différents bois; la quantité d'eau qu'ils retiennent à différentes époques après la coupe; leurs propriétés mécaniques; l'influence de l'eau sur la production des forêts. Le dernier Mémoire qu'il vous a soumis, et dont vous avez renvoyé l'examen à votre Commission, en comprend réellement deux. Dans le premier, il reprend la question de la composition des bois relativement à la quantité de cendres qu'ils produisent. Les incinérations, poussées maintenant jusqu'au nombre de 524, lui ont permis de déterminer les proportions de ces cendres contenues dans le bois, selon l'espèce d'arbre et la partie de l'arbre que l'on considère, et selon la nature géologique du sol.

» La nature géologique du sol paraît n'avoir qu'une faible influence sur la proportion des cendres; elle varie beaucoup selon les espèces, depuis le Saule, qui présente 2 pour 100 de cendres, jusqu'au Bouleau, qui n'en présente que 0,85.

» Les différentes parties du bois offrent aussi des proportions différentes: dans un arbre âgé, c'est le tronc qui contient le moins de cendres, et les menues branches le plus. Les jeunes brins en contiennent, en général, moins que les vieux arbres.

» Au milieu de ce travail, l'auteur a rencontré ce fait singulier, qui doit attirer l'attention des physiologistes : sur un même échantillon de bois, une analyse répétée a donné deux proportions différentes de cendres, 2,64 et 0,69 pour 100 de la matière employée. La même anomalie s'est répétée sur dix autres échantillons. Cette répartition inégale de cendres dans la matière ligneuse, ce dépôt local de matières fixes, est-il l'effet d'une dispo-

sition organique, ou seulement celui d'un accident ou d'une maladie? C'est ce qui reste à constater.

» La seconde partie du Mémoire, ou, pour parler plus exactement, le second Mémoire contenu dans la communication de M. Chevandier, roule sur une partie fort différente de la science, sur le rendement moyen annuel d'un hectare de forêts. Quoique l'auteur y compare les forêts des Vosges à celles du pays de Bade, et qu'il constate leur analogie de production, on comprendra que, jusqu'à ce que de pareils travaux aient été étendus à d'autres contrées, celui-ci ne puisse être considéré, sous plusieurs rapports, que comme un Mémoire statistique. L'auteur y constate que, dans cette contrée, le rendement annuel d'un hectare de taillis sous futaie est compris, selon la nature du sol, dans les limites de 1 137 kilogrammes de bois sec dans le grès vosgien, et de 2 590 kilogrammes dans les marnes irisées. Le produit des futaies ne varie pas selon les terrains, mais bien selon les espèces d'arbres qui peuplent les forêts; ses limites sont de 2 560 kilogrammes de bois sec pour les futaies de charme, et de 3 903 kilogrammes pour les futaies de sapin.

» Quand M. le Secrétaire perpétuel a donné l'analyse de ce Mémoire à l'Académie, un membre a demandé si le chiffre de ces produits était analogue, sous le rapport de ses éléments, avec le chiffre des produits de l'agriculture. M. Liebig avait affirmé que « sur des surfaces égales de terrain, en forêt ou » en prairie, dans un sol qui renferme les principes minéraux indispensables à » la végétation, on récolte, sous forme de bois et de foin, sans qu'on y ait » apporté aucun engrais carboné, une quantité de carbone égale, et dans » beaucoup de cas, supérieure à celle qu'une terre cultivée produit en paille, » en grains et en racines (1). » M. Chevandier avait essayé, dès son premier Mémoire, de faire cette comparaison, soit avec la production des topinambours à Bechelbronn, soit avec l'assolement de Hohenheim. Quand on sait que les plantes, selon leur nature, s'emparent avec plus ou moins d'avidité des éléments de nutrition et de composition contenus dans le sol ou flottants dans l'atmosphère, on peut prévoir que le résultat de la comparaison proposée offrira des dissemblances frappantes. C'est ce que prouvent les chiffres de ce Mémoire; ainsi, les futaies de charme produisent annuellement :

Bois sec........ 2560 Carbone...... 1245 Azote............ 25

Celles de sapin produisent

Bois sec........ 3903 Carbone...... 1894 Azote............ 39

---

(1) *Lettres sur la Chimie*; page 304.

» Nous trouvons dans les cultures près de Paris, chez M. Dailly, les récoltes suivantes :

» 1600 kilogrammes de blé donnent, avec la paille et le chaume,

Matière sèche.....	5777	Carbone........	2288	Azote........	41,42

» 90000 kilogrammes de luzerne donnent

Matière sèche.....	7110	Carbone........	3377	Azote........	146,46

» Sur des sols riches de la même nature, nous avons obtenu :

» 3000 kilogrammes de blé donnent, avec la paille et le chaume,

Matière sèche......	8250	Carbone........	3575	Azote........	82

et 15800 de foin de luzerne,

Matière sèche......	13272	Carbone........	6235	Azote........	183

» Ainsi, les plantes prélevant sur le même sol, dans le même climat, des quantités différentes de matériaux selon leur nature et leur produit, sont loin d'être identiques.

» La production relative des taillis et des futaies est un des points les plus contestés de l'art forestier. Laissant de côté la question économique que l'auteur se propose de traiter dans un prochain Mémoire, il est arrivé à des résultats assez importants pour fixer un moment toute notre attention.

» Pour les taillis, il a trouvé que leur rendement était influencé : 1° par le degré de fertilité du sol : ainsi, sur un même terrain, les marnes irisées par exemple, on trouve le produit de 3502 kilogrammes sur le très-bon sol, et seulement de 1522 sur le médiocre; 2° par la nature du terrain : ainsi, sur le degré de fertilité passable, nous avons les produits suivants:

Grès vosgien.............	1359
Grès bigarré.............	1694
Muschelkalk.............	1761
Marnes irisées	2007

c'est-à-dire que le produit est d'autant plus grand que le terrain est moins perméable et plus hygroscopique; que, par conséquent, il se dessèche plus rapidement par l'action du soleil, et que, conservant moins longtemps le degré d'humidité nécessaire, la durée de sa saison végétative est moins longue.

» Cette influence géologique du sol disparaît dans les futaies, et précisément parce que les arbres portent leur ombre sur le sol et préviennent le dessèchement, et que si le terrain a de la profondeur, ils y plongent plus avant leurs racines. L'auteur rappelle que cette influence de l'humectation convenable du sol est si considérable, que si les sapins venus dans un terrain fangeux ne s'accroissent que de $1^{kil},80$ par année; ceux venus sur les terrains secs, de $3^{kil},40$; d'un autre côté, ceux arrosés par les eaux de pluie s'accroissent de $8^{kil},20$, et ceux arrosés par des eaux courantes, de $11^{kil},60$.

» L'auteur fixe ensuite l'âge auquel a lieu le maximum d'accroissement dans les différentes espèces d'arbres : pour le Chêne, c'est celui de 77 ans; pour le Hêtre, 80 ans; pour le Sapin, venu dans de très-bons terrains, 115 ans; dans un terrain médiocre, 76 ans; pour le Pin sylvestre, dans le bon terrain, 51 ans; et, pour le terrain médiocre, 50 ans.

» Le rendement moyen annuel des futaies a été

Dans le terrain très-bon.	4279	kilogrammes de bois sec.
Bon	3480	
Passable	2849	
Médiocre	2398	
Mauvais	2082	

» Si l'on compare ce rendement à celui des taillis, on trouvera que le rendement des futaies étant représenté par l'unité, celui des meilleurs taillis sera 0,52, et celui des plus mauvais, 0,38.

» Ces chiffres acquerront toute leur importance dans le prochain travail où l'auteur se propose de traiter la question économique, et de décider la question qui divise les forestiers sur la préférence à donner aux taillis et aux futaies. Mais il faut qu'il se mette en garde contre toute solution trop absolue, avant d'avoir examiné d'autre situation que celle où il fait ses études. La zone de pays, par exemple, soumise à l'influence habituelle et desséchante des vents du nord, qui s'étend sur le midi oriental de la France et sur la côte d'Afrique, présente ce phénomène d'une saison d'été fort chaude, fort sèche, où la terre perd toute humidité, même sous l'ombrage des arbres. Leur croissance se fait principalement au printemps et en automne, époque où des pluies abondantes abreuvent le sol du taillis, comme celui de la futaie. Nous nous demandons si, alors, les futaies ne perdent pas une partie des avantages que l'ombre leur assigne dans d'autres contrées. C'est seulement une question que nous adressons aux observateurs, mais elle mérite d'être prise en considération. L'espèce des arbres qui peuplent les bois de ce

pays doit aussi entrer pour une part dans le problème économique, et l'on aura à examiner, par exemple, si la lenteur de la croissance de l'Yeuse, le grand âge auquel il doit parvenir pour atteindre son maximum de croissance annuelle, n'accumulera pas sur sa tête une masse trop considérable d'intérêts composés.

» Ces réflexions prouvent, au reste, le mérite de la prudence dont l'auteur a fait preuve en circonscrivant les conséquences de son travail dans la contrée où il fait ses observations.

» Dans des Notes qui terminent son Mémoire, M. Chevandier, reprenant la question traitée dans son premier Mémoire sur l'absorption du carbone de l'air par les plantes, montre que, avec sa plus grande production de 3449 kilogrammes de carbone, l'air limité qui couvrirait 1 hectare de terrain serait épuisé d'acide carbonique en 20 ans, et dans le cas de la production la plus faible, en 260 ans; que, dans le premier cas, la forêt absorbe $22^{kil},33$ de carbone par jour, et, dans le second, $1^{kil},73$; enfin, que le volume total de 1 hectare de sapins de 145 ans, représenté par 707910 kilogrammes de bois sec, ne fournirait qu'une couche de houille de 33 millimètres d'épaisseur.

» Ce Mémoire a paru à votre Commission, digne, comme le précédent, d'entrer dans votre collection des *Mémoires des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Études sur les cépages de la Bourgogne et d'autres contrées viticoles; par* M. **Bouchardat**. (Deuxième Mémoire.)

(Commissaires, MM. Boussingault, de Gasparin, Payen.)

L'auteur, en terminant son Mémoire, en donne le résumé suivant :

« J'ai soumis à un examen analytique détaillé les produits des douze principaux cépages qui sont cultivés en Bourgogne et dans d'autres pays viticoles. En m'appuyant sur des expériences précises et sur des observations nombreuses, j'ai discuté les avantages et les inconvénients que présente chacun de ces cépages en particulier.

» J'ai déterminé la quantité moyenne de vin fournie par un hectare de bonnes vignes; pour chacun de ces cépages, j'ai fixé la teneur de ce vin en alcool, en acides tartrique et malique, et en potasse.

» J'ai montré, en déterminant la quantité de potasse empruntée à la terre (suivant en cela l'exemple de M. Boussingault), comment les cépages très-productifs épuisaient le sol et ne pouvaient pas durer plus de trente ou

quarante ans sans devenir improductifs; et comment, au contraire, les cépages moins féconds pouvaient durer plusieurs siècles sans être arrachés.

» J'espère que le propriétaire qui, comme moi, voudra planter de nouvelles vignes, trouvera dans mon Mémoire des renseignements utiles sur les aptitudes de chacun des cépages que j'ai examinés.

» En rapprochant les nombres que j'ai obtenus en 1846, de ceux que j'ai obtenus en 1845, pour la quantité d'alcool qu'ont dû fournir, dans ces deux années, les produits des différents cépages, en ayant égard à la proportion de sucre qu'ils renfermaient, on pourra avoir une idée assez exacte du degré comparé de maturité que peuvent atteindre nos différents raisins dans les années les moins et les plus favorables.

» Pour 100 parties de vin, voici la teneur en alcool, dans les deux années, déduite de la quantité de sucre que l'examen optique m'a fait connaître dans chacun des produits des cépages suivants :

	1845.	1846.
Gouais blanc.	3	»
Chasselas.	»	11,00
Gros gamai.	4,8	10,00
Gros verreau.	6,9	9,12
Petit verreau.	8,2	12,75
Melon.	9,1	12,50
Servoyen vert.	8,8	12,00
Servoyen rose.	10,0	12,25
Pineau noir.	10,6	13,50
Pineau blanc.	10,1	14,20
Tresseau.	»	13,00
Pineau gris.	»	14,00
Auxerrois ou côt.	»	13,00

» Les résultats obtenus en 1846, pour les fruits des différents cépages, ont une valeur toute particulière; car ils montrent à quel degré de perfection chacun d'eux peut atteindre à l'état de maturité complète. On remarquera sans étonnement que les pineaux qui nous fournissent nos meilleurs vins de Bourgogne et de Champagne marchent toujours en tête de la liste, et je crois pouvoir ajouter, en terminant, que les vins qu'ils ont donnés en bon sol ne peuvent être comparés qu'à ceux de la comète. »

MÉDECINE. — *Recherches sur le dosage des vapeurs d'éther dans les inhalations; par* M. **Doyère.**

(Commission de l'éther.)

L'auteur annonce qu'il donnera une suite à son travail. « Le but de la communication actuelle, dit-il, est de fournir de suite à la pratique médicale, par la voie de l'Académie, quelques résultats dont elle puisse immédiatement tirer parti.

» Le premier point qu'il faille établir, c'est la dose utile dans les opérations chirurgicales. Nous n'avons encore aucune donnée précise à cet égard; mais la Lettre que MM. Bonnet et Ferrand, de Lyon, ont adressée à l'Académie des Sciences, le 1er mars dernier, nous fournit des indications précieuses. Ces messieurs, en effet, ont mesuré les quantités d'éther, en poids, qu'ils ont employées pour produire l'insensibilité chez six malades. Or il résulte clairement de ces quantités et du temps que les inhalations ont duré, que *la dose de vapeur d'éther ne s'est très-probablement jamais élevée au-dessus de* 10 *pour* 100 *dans l'air que les malades ont respiré, et qu'elle a été, le plus souvent, de* 3 *à* 7 *seulement.* Je donnerai ces calculs dans mon Mémoire. Si l'on compare ces nombres si faibles à ce résultat vraiment effrayant, que, à 15 degrés de température, l'air, traversant un des appareils actuels, y peut prendre 45 pour 100 d'après la loi de Dalton, et jusqu'à près de 50 pour 100 d'après mes expériences, on restera convaincu que la variabilité qui a été signalée dans les effets des inhalations, ainsi que les accidents qui en ont été la suite, n'ont souvent pas eu d'autre cause que la variabilité dans les doses fournies par les appareils, et l'excès de ces mêmes doses dans un grand nombre de cas.

» En partant de ce nombre de 10 pour 100, et m'appuyant sur les Tables que j'ai obtenues, je suis conduit à proposer un mélange de 1 partie d'éther en volume dans $7\frac{1}{2}$ parties d'alcool à 40 degrés, et dans 9 parties d'alcool à 36 degrés. Mais cette dose est peut-être trop faible. On obtiendrait 20 pour 100 avec 1 partie d'éther et $3\frac{1}{2}$ d'alcool à 40 degrés, ou 6 parties d'alcool à 36 degrés. Du reste, je ne donne ces nombres que provisoirement, l'une des Tables qui me les fournissent devant être soumise à une révision scrupuleuse.

» Ces doses ont été calculées dans l'hypothèse d'une température de 15 degrés. 5 degrés de plus ou de moins ne les feraient d'ailleurs varier que de 3 à 5 pour 100.

» Il est inutile d'ajouter d'ailleurs que des précautions doivent être prises

pour que la quantité de vapeur dégagée soit le maximum que puisse fournir chaque mélange. On y parviendra probablement en faisant plonger profondément dans le liquide le tube d'introduction de l'air, terminé par une pomme d'arrosoir. Un réservoir, disposé pour projeter une pluie dans l'intérieur du flacon, remplirait cette indication plus sûrement encore.

» L'huile offre l'avantage de donner de la vapeur d'éther pure, mais elle a des inconvénients que je signalerai dans mon Mémoire. D'ailleurs les trois Tables que j'ai construites pour cette sorte de mélange ne me permettent pas d'assigner les proportions à employer pour obtenir les doses citées plus haut : 1 partie d'éther et 4 d'huile donnent, à 15 degrés, 27 pour 100. C'est la proportion la plus pauvre en éther que j'aie étudiée.

» Un autre procédé pour donner de la vapeur d'éther pure, en employant de l'éther pur, repose sur l'emploi d'un robinet à double effet, et d'un thermomètre indiquant la température à laquelle l'air se sature dans le flacon. Une Table à double entrée, tracée au bord de l'orifice extérieur, permettra de mélanger l'air pur et l'air saturé, dans les proportions nécessaires pour donner la dose voulue, à quelque température que l'on soit. Du reste, n'ayant pas encore fait construire l'appareil d'une manière définitive, je me réserve de le décrire complétement dans un Mémoire que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie dans sa prochaine séance. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Observations sur la culture et la préparation de la garance, faites pendant un voyage en Zélande*; par M. **Decaisne.**

(Renvoi à l'examen de la section d'Économie rurale.)

« L'étude que j'avais faite anciennement de la structure de la garance et du développement de sa matière colorante m'a fait suivre avec intérêt les changements opérés dans sa culture depuis la publication de mon ouvrage, changements dont plusieurs peuvent être considérés comme dérivant de ces recherches.

» Je ferai remarquer, en effet, que le nouveau mouvement agricole et commercial de cette précieuse substance, en Zélande, date précisément de l'année qui a suivi la publication de mon travail, comme le constatent les diverses ordonnances rendues par le gouvernement hollandais sur la culture de la garance, les marques de fabriques, la nomination d'essayeurs jurés, etc.

» La culture et la fabrication de la garance, en Zélande, avaient donc

pour moi un double intérêt; il était important d'examiner comparativement les procédés hollandais et ceux du comtat d'Avignon.

» Les trois îles de la Zélande que j'ai visitées, sont : Schouwen, Walcheren et Zuidbeveland; les belles cultures de garance se trouvent dans la première et la dernière de ces localités : le sol qui constitue leur polder est éminemment calcaire et se rapproche, par ses caractères physiques et chimiques, de celui dans lequel on récolte les garances rouges, à Avignon. Les couches superposées des terrains de l'île de Zuidbeveland sont, dans leur ensemble, à peu près identiques avec celles des terrains de la Hollande proprement dite (Élie de Beaumont, *Leçons de Géologie pratique*, p. 262). La couche de tourbe, dite *marine*, dont on m'avait souvent entretenu, et sur laquelle repose, au célèbre polder Wilhelmina, la terre à garance, appartient à une formation d'eau douce; les nombreuses frondes de *sphagnum* qui entrent dans la constitution de cette tourbe ne laissent aucun doute à ce sujet. La situation de cette couche tourbeuse, au-dessous du niveau des basses eaux, tient probablement à un affaissement ou tassement du sol qui n'a rien de commun avec les végétations sous-marines.

» La culture de la garance, longtemps négligée en Zélande, a reçu, depuis 1837, une nouvelle impulsion de la part du gouvernement, et les cultivateurs manufacturiers espèrent que ce produit reprendra bientôt la faveur qu'il a obtenue pendant plusieurs siècles. J'ai eu la satisfaction de voir que les nouveaux procédés, soit de culture, soit de fabrication de poudre, sont dirigés actuellement d'après les indications scientifiques que j'ai données dans mon Mémoire.

» Je crois avoir démontré que la masse des racines et la richesse du principe colorant sont d'autant plus considérables, que l'âge de la garance est plus avancé; et ce qui vient à l'appui de mon assertion, c'est qu'aujourd'hui, toutes les fois que les assolements le permettent, les cultivateurs zélandais abandonnent la culture bisannuelle pour adopter l'exploitation triennale. Un cultivateur distingué, propriétaire d'une partie du polder Wilhelmina, aux environs de Goes, avait évalué, l'an dernier, à 6096 kilogrammes le produit moyen, par hectare, de ses 60 hectares de garance de trois ans. Ce produit se rapproche de celui que M. de Gasparin admet pour les garances du comtat (50 à 55 quintaux métriques).

» J'avais observé que le parenchyme cortical qui renferme le principe immédiat prend un grand développement dans les tiges qui ont végété sous terre; cette remarque m'a conduit à conseiller le buttage comme le moyen le plus efficace de favoriser le développement du principe colorant

dans les tiges souterraines, et cette opération, qui se trouvait trop souvent négligée, est actuellement une de celles que le cultivateur pratique le plus constamment : on a construit, à cet effet, deux sortes de charrues, dont une à oreilles mobiles.

» J'ai cru pouvoir établir que le climat n'exerce aucune influence sur le degré de coloration de la garance. En effet, les garances de Zélande, cultivées dans les polders calcaires, soutiennent la concurrence avec les garances d'Avignon sur les marchés des principales villes manufacturières de l'Europe ou des États-Unis; elles n'exigent point l'addition de carbonate de chaux au bain de teinture, et produisent directement des couleurs solides. Si l'on objectait que toutes les garances de Zélande ne présentent pas les qualités que je viens d'indiquer, je ferais observer que ces exceptions, quand elles existent, tiennent uniquement à la composition chimique du terrain.

» Le sol de quelques polders, en effet, ainsi que l'a remarqué M. Élie de Beaumont, renferme 75 pour 100 de silice, et, par conséquent, n'offre pas en quantité suffisante à la garance, l'élément calcaire qu'elle réclame.

» Enfin, par suite de mes observations sur l'influence que la lumière solaire et l'air humide exercent sur la poudre, les fabricants zélandais ont compris la nécessité de pulvériser les racines dans des ateliers éclairés par une lumière artificielle et maintenus secs par une température constante. »

MÉCANIQUE ET PHYSIQUE APPLIQUÉES. — M. **Arago** a présenté, de la part de M. **Breguet**, et fait fonctionner sous les yeux de l'Académie, un instrument à l'aide duquel les chefs de gare d'arrivée et de départ dans les chemins de fer seront avertis, instantanément, du moment du passage des trains devant chacun des poteaux kilométriques de la ligne, et pourront connaître très-exactement la vitesse avec laquelle les divers intervalles auront été parcourus.

(Une Commission, composée de MM. Arago, Becquerel, Pouillet, examinera l'instrument de M. Breguet.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur un instrument électrique à lame vibrante; par* M. **Froment**.

(Commissaires, MM. Becquerel, Despretz, Regnault.)

« Cet instrument, qui me semble susceptible de plusieurs applications, se compose d'un petit électro-aimant, dont le contact, en fer très-léger, peut osciller entre l'un des pôles et un arrêt contre lequel un ressort tend à le faire appuyer.

» Un courant électrique, introduit dans l'appareil, passe par le contact

en fer et par son arrêt, de manière à ce que le circuit soit interrompu dès que ces deux pièces se séparent.

» Ce dernier effet se produit de lui-même, en interposant dans le circuit le fil de l'électro-aimant; car il attire alors le contact qui, en abandonnant son arrêt, interrompt le passage du courant; par suite, l'aimantation cesse, la lame de fer, poussée par le ressort, retourne frapper l'arrêt et fermer de nouveau le circuit: nouvelle aimantation, nouvelle interruption du circuit, et ainsi de suite, avec une rapidité que l'on est maître de régler et qui peut atteindre plusieurs milliers de battements par seconde.

» En tournant les vis qui servent à faire varier l'amplitude de la vibration et la force du ressort, on fait rendre à l'instrument tous les sons de l'échelle musicale.

» En voici des applications:

» L'instrument étant réglé de manière à rendre un son fixe, les moindres variations dans l'intensité du courant employé se traduisent à l'oreille par des vibrations correspondantes dans le son produit, ce qui est très-commode pour juger de la régularité du passage de l'électricité dans certains appareils, comme les électromoteurs, les machines magnéto-électriques, les commutateurs, etc., etc.

» Le courant, par son passage dans l'appareil, étant alternativement rompu et rétabli, si l'on interpose dans le circuit une grosse bobine de fil de cuivre à spires isolées, les courants d'induction qui prennent naissance à chaque vibration, en s'accumulant un grand nombre de fois dans un temps très-court, produisent des effets de tension, comme par exemple des effets physiologiques, d'une énergie extraordinaire.

» L'étincelle, dont l'éclat, comme on sait, augmente si fort à la rupture d'un tel circuit, se montre à chaque vibration de la lame; et, si cette dernière est armée d'une petite tige en platine venant frapper contre une plaque du même métal, on voit l'étincelle, produite même avec un seul élément, s'étaler de plusieurs millimètres, soit sur la tige, soit sur la plaque, suivant le sens du courant.

» Avec un courant plus énergique, l'étincelle s'élance et crépite avec force, et la tige ou la plaque rougissent et même fondent si leur masse est peu considérable, tandis que le courant primitif ne les échauffe pas d'une manière bien sensible. »

ASTRONOMIE. — *Différence de longitude entre les Observatoires de Paris et de Greenwich.*

M. **Arago** présente, au nom de M. **Goujon**, un des astronomes de l'Observatoire de Paris, une nouvelle détermination de la différence de longitudes entre les Observatoires de France et d'Angleterre, déduite de l'observation de la culmination de la Lune et de certaines étoiles choisies. Ce travail, dans lequel l'auteur s'est montré, à la fois, calculateur exact et astronome expérimenté, devant être prochainement l'objet d'un Rapport, de la part d'une Commission composée de MM. Laugier, Mauvais et Faye, nous nous contenterons de transcrire ici le résultat moyen obtenu par M. Goujon. Ce résultat est :

$$9'..21'',6.$$

On sait que les opérations trigonométriques avaient donné $9'.21'',2$,
et des signaux de feu. . . . . $9.21'',5$.

MATHÉMATIQUES. — *Note sur la théorie des nombres complexes; par* M. **Wantzel.**

(Commissaires, MM. Cauchy, Liouville, Lamé.)

« A l'occasion du Mémoire sur le théorème de Fermat, présenté par M. Lamé dans la séance du 1er mars, M. Liouville a fait remarquer que le mode de démonstration employé exige qu'on établisse tout d'abord, sur les nombres premiers complexes, des principes analogues à ceux qui régissent les nombres premiers de l'arithmétique élémentaire. Je me suis occupé de cette question, et je suis arrivé à faire voir que le principe fondamental sur la décomposition d'un nombre en facteurs premiers, ainsi que la recherche du plus grand commun diviseur expliquée par Euclide, sont entièrement applicables aux nombres complexes considérés par MM. Gauss et Jacobi.

» **1.** Soit d'abord un nombre de la forme $a + b\sqrt{-1}$, dans lequel a et b sont entiers. Ce nombre sera premier s'il n'est divisible par aucun autre nombre de même forme que lui-même, en excluant néanmoins $+1$, -1, $+\sqrt{-1}$ et $-\sqrt{-1}$, qui jouent dans cette théorie le même rôle que l'unité.

» Si ce nombre premier divise le produit AB de deux autres nombres complexes, il divisera nécessairement l'un d'eux. Essayons, en effet, la division de A en $m + n\sqrt{-1}$ par $a + b\sqrt{-1}$, et supposons qu'elle ne réussisse

pas ; on pourra néanmoins poser

$$\frac{m + n\sqrt{-1}}{a + b\sqrt{-1}} = p + q\sqrt{-1},$$

d'où

$$p = \frac{ma + nb}{a^2 + b^2} \quad \text{et} \quad q = \frac{an - bm}{a^2 + b^2},$$

et prendre pour quotient approché le nombre complexe $p' + q'\sqrt{-1}$, dans lequel p' et q' seront les entiers les plus voisins de p et q; en sorte que $p = p' + \alpha$, $q = q' + 6$, α et 6 étant moindres que $\frac{1}{2}$ en valeur absolue.

» Il résultera de ce calcul la relation

$$m + n\sqrt{-1} = (p' + q'\sqrt{-1})(a + b\sqrt{-1}) + (\alpha + 6\sqrt{-1})(a + b\sqrt{-1}),$$

où la dernière partie du second membre représente un nombre complexe égal au reste de la division. Le module de ce reste sera moindre que celui du diviseur multiplié par le plus grand module que puisse acquérir $\alpha + 6\sqrt{-1}$ ou $\sqrt{\frac{1}{2}}$.
Donc on peut déterminer le quotient entier d'un nombre complexe pour un autre, de telle sorte que le module du reste soit inférieur au module du diviseur.

» On voit de suite qu'en divisant $a + b\sqrt{-1}$ pour ce reste, et ce reste par le suivant, l'on arrivera à un module nul au bout d'un nombre limité d'opérations, puisque le carré du module est un nombre entier. Mais le dernier diviseur divisera évidemment tous les restes précédents, et, par suite, $a + b\sqrt{-1}$, ce qui exige que ce diviseur soit $+1$, -1, $\sqrt{-1}$ ou $-\sqrt{-1}$, puisque ce nombre complexe est supposé premier.

» De l'égalité

$$m + n\sqrt{-1} = (p' + q'\sqrt{-1})(a + b\sqrt{-1}) + \mathrm{R},$$

ou

$$\mathrm{A} = (a + b\sqrt{-1})\,\mathrm{Q} + \mathrm{R},$$

qui devient

$$\mathrm{AB} = (a + b\sqrt{-1})\,\mathrm{BQ} + \mathrm{BR};$$

en multipliant par B, on conclura, comme dans l'arithmétique ordinaire,

que $(a + b\sqrt{-1})$, qui divise AB, devra diviser BR, et, par suite, B multiplié par le dernier reste ± 1 ou $\pm \sqrt{-1}$, ce qui démontre le principe énoncé.

» On voit que la démonstration repose uniquement sur cet axiome : Une quantité complexe, qui divise les parties d'une somme ou l'un des facteurs d'un produit, divise cette somme ou ce produit; ce qui résulte de la définition du mot *divisible*.

» Le procédé employé indique la série d'opérations à faire pour trouver le plus grand commun diviseur de deux quantités complexes, et l'on voit que le nombre d'opérations ne saurait dépasser le degré de la plus grande puissance de 2 contenue dans le carré du module le plus petit.

» On tirera de ce principe fondamental toutes les conséquences connues pour les nombres premiers ordinaires. Il en résulte qu'un nombre ne peut être décomposé que d'une manière en facteurs premiers complexes, et qu'un nombre divisible par plusieurs nombres complexes premiers entre eux est divible par leur produit.

» Ces principes serviront à démontrer avec la plus grande facilité les propriétés des nombres de la forme $x^2 + y^2$. Ainsi tout diviseur premier d'un pareil nombre est de la même forme, sans quoi il faudrait qu'il fût premier complexe (non divisible par un nombre complexe), et il ne pourrait alors diviser $x + y\sqrt{-1}$ sans diviser x et y; ce qu'on ne suppose pas. Tout nombre premier de la même forme ne peut être décomposé que d'une manière en deux carrés: car si $x^2 + y^2$ était égal à $u^2 + v^2$, il faudrait que $x + y\sqrt{-1}$ ne fût pas premier; il serait donc divisible par un facteur premier $p + q\sqrt{-1}$, et son conjugué $p - q\sqrt{-1}$ diviserait $x - y\sqrt{-1}$; en sorte que $x^2 + y^2$, admettant le diviseur $p^2 + q^2$, ne serait pas un nombre premier. On peut remarquer que les facteurs conjugués $p + q\sqrt{-1}$ et $p - q\sqrt{-1}$ sont toujours premiers entre eux, excepté quand $p = q = 1$; alors $1 + \sqrt{-1}$ est égal à $-\sqrt{-1}\,(1 - \sqrt{-1})$, et c'est pour cela que le nombre 2 fait exception dans la plupart des principes.

» **2.** Considérons maintenant un nombre complexe provenant des racines de l'équation

$$r^n - 1 = 0,$$

et bornons-nous d'abord au cas de $n = 3$. Le nombre $a + br + cr^2$ sera alors premier, s'il n'est divisible que par lui-même ou par les puissances de r. Imitons la démonstration présentée ci-dessus, et divisons par $a + br + cr^2$

un nombre de même forme. On peut réduire ces nombres à l'expression plus simple $a + br$, puisque $r^2 = -1 - r$. Nous poserons encore

$$\frac{m + nr}{a + br} = p + qr,$$

d'où

$$p = \frac{am + bn - bm}{a^2 + b^2 - ab} \quad \text{et} \quad q = \frac{an - bm}{a^2 + b^2 - ab},$$

et nous prendrons les parties entières p' et q' de p et q, de sorte que $p = p' + \alpha$, $q = q' + \beta$, en désignant par α et β des quantités positives moindres que 1. On aura alors la relation

$$m + nr = (a + br)(p' + q'r) + (\alpha + \beta r)(a + br),$$

et le reste de la division sera un nombre complexe égal à $(\alpha + \beta r)(a + br)$. Mais si nous appelons *module* de l'expression complexe $a + br$ le nombre réel que l'on obtient en multipliant les résultats de la substitution de diverses valeurs imaginaires de r, le module d'un produit sera égal au produit des modules des facteurs; ainsi le module du reste sera égal au module du diviseur multiplié par le module de $\alpha + \beta r$. Or ce module

$$\alpha^2 + \beta^2 - \beta\alpha = (\alpha + \beta r)(\alpha + \beta r^2)$$

est toujours inférieur à l'unité quand α et β sont positifs et moindres que 1, et il n'atteint la limite 1 que pour $\alpha = 1$, $\beta = 0$. Donc le module du reste pourra toujours être rendu moindre que celui du diviseur. Il en résulte que si l'on divise ensuite le diviseur par le reste, et ainsi de suite, on arrivera à un reste dont le module sera nul, puisque ces modules sont nécessairement entiers. Quand la quantité $a + br$ est première, le dernier diviseur ne peut être qu'une puissance de r, et l'on démontre, comme ci-dessus, que ce nombre premier ne peut diviser un produit sans diviser l'un des facteurs.

» La même méthode donne le moyen de trouver le plus grand commun diviseur entre deux nombres complexes de la forme $a + br + cr^2$ ou $a + br$; de plus, le nombre des opérations sera au plus égal à la plus grande puissance de $\frac{4}{3}$ contenue dans le plus petit module, puisque l'on peut rendre le module de $\alpha + \beta r$ ou $\alpha^2 + \beta^2 - \alpha\beta$ plus petit que $\frac{3}{4}$, en prenant α et β compris entre $+\frac{1}{2}$ et $-\frac{1}{2}$.

» Comme conséquence de ce principe relatif aux nombres complexes

provenant de l'équation

$$r^3 = 1,$$

on peut déduire immédiatement que les diviseurs premiers de $x^2 + y^2 - xy$ sont de même forme et plusieurs autres propriétés des formes quadratiques.

» On voit facilement que le même mode de démonstration s'applique aux nombres complexes de forme plus compliquée qui dépendent des racines de $r^n = 1$ pour n quelconque. Il suffira d'établir que le module de l'expression

$$\alpha + \beta r + \gamma r^2 + \ldots + \mu r^{n-1}$$

est toujours moindre que 1 quand α, β, γ,..., μ sont compris entre 0 et 1 ; ce qui se vérifie de plusieurs manières. Je me propose de revenir sur ce sujet et d'examiner les divers cas particuliers qui peuvent se présenter, en développant les nombreuses conséquences du principe fondamental. »

CHIMIE. — *De la véritable nature de l'acide fluorhydrique anhydre;* *par* M. LOUYET, de Bruxelles.

« Dans le Mémoire sur le fluor dont j'ai eu l'honneur de lire un extrait à l'Académie (séance du 23 novembre 1846), j'ai dit que l'acide fluorhydrique anhydre était inconnu jusqu'à présent. Comme preuve à l'appui de cette opinion, j'ai démontré qu'une certaine quantité de cet acide était neutralisée par une quantité de base plus faible que celle qu'il aurait dû saturer, s'il eût été anhydre.

» Cette preuve n'ayant pas paru suffisante à M. Dumas, cet illustre chimiste m'a conseillé de faire passer l'acide fluorhydrique, considéré comme anhydre jusqu'à ce jour, sur de l'acide phosphorique anhydre, et de recueillir le produit dans un vase de platine plongé dans un mélange réfrigérant. D'après M. Dumas, si, par ce procédé, on obtenait toujours un acide liquide, il fallait admettre que l'acide fluorhydrique, considéré par MM. Gay-Lussac et Thenard comme anhydre, l'était réellement. C'est cette expérience que j'ai faite, et dont je viens aujourd'hui mettre les détails sous les yeux de l'Académie.

» J'ai mis, dans la partie inférieure d'une cornue de platine, un mélange intime de 100 grammes de spath-fluor pur et environ 300 grammes d'acide sulfurique récemment porté à l'ébullition.

» Le bec de la cornue de platine a été adapté à un tube plein d'acide phosphorique anhydre, à l'aide d'un bouchon de spath-fluor garni de caout-

chouc; le tube de platine communiquait, par son extrémité étroite, avec un petit récipient de platine à deux tubulures latérales : l'une des tubulures entrait à frottement dans l'extrémité du tube de platine, l'autre dans le tube du couvercle tubulé du grand récipient placé dans le mélange réfrigérant; les jointures et le couvercle du petit récipient bitubulé étaient closes par des bandes de caoutchouc; le col de la cornue, le tube de platine et le récipient bitubulé étaient remplis d'acide phosphorique anhydre.

» L'appareil étant ainsi disposé, on a chauffé doucement la cornue de platine : l'ébullition qui caractérise le dégagement de l'acide fluorhydrique s'est bientôt fait entendre. Au bout d'une heure environ, j'ai enlevé le couvercle du dernier récipient; des fumées abondantes sortaient par la tubulure du petit récipient à acide phosphorique : ces fumées n'attaquaient pas ou très-faiblement le verre sec; elles agissaient sur le verre humide. On a remis le couvercle en place, et l'on a continué de chauffer la cornue; le gaz fumant s'est fait jour à travers l'intervalle qui séparait le récipient de son couvercle, car cette jointure n'avait pas été garnie de caoutchouc pour permettre la sortie de l'air de l'appareil. Bien que le dôme de la cornue ne fût pas fort chaud, la température du col était très-élevée, au point de bruire comme un fer chaud, quand on y projetait de l'eau froide. Cette élévation de température était produite par la combinaison de l'acide phosphorique anhydre avec l'eau de l'acide fluorhydrique. Au bout d'une heure, on a ouvert le creuset récipient : il ne contenait aucune trace de liquide; il en sortait d'abondantes fumées qui agissaient très-faiblement sur le verre sec, et fortement sur le verre humide. J'ai mis de l'eau dans le récipient, et j'ai continué l'expérience pendant un quart d'heure : au bout de ce temps, la liqueur était devenue acide; elle possédait toutes les propriétés de l'acide fluorhydrique étendu : l'analyse n'y a fait découvrir aucune trace d'acide phosphorique.

» L'acide fluorhydrique anhydre est donc gazeux à la température de — 12 degrés centigrades et à la pression ordinaire; en cela, il ne diffère pas des autres hydracides anhydres et des acides fluosilicique et fluoborique. Le gaz fluorhydrique est extraordinairement fumant par suite de sa grande affinité pour l'eau. Il attaque très-peu le verre; il serait peut-être possible de le recueillir sur le mercure dans une cloche de verre bien sèche.

» Après l'opération, j'ai trouvé l'acide phosphorique du récipient bitubulé tout à fait sec; quant à celui placé dans le tube de platine, il était passé en partie à l'état sirupeux, et contenait de l'acide fluorhydrique. Enfin l'acide

contenu dans le col de la cornue de platine avait, pour ainsi dire, disparu; il était coulé à l'état sirupeux dans le tube. Cette circonstance explique l'élévation de température du col de la cornue.

» On sait, d'après M. Kuhlmann, que le gaz chlorhydrique sec décompose entièrement le spath-fluor au rouge vif : on doit donc obtenir le gaz fluorhydrique anhydre, en recueillant le produit de cette décomposition. J'ai fait cette expérience pour voir si j'obtiendrais des résultats identiques avec ceux donnés par les précédents essais. J'ai fait arriver du gaz chlorhydrique desséché par de la ponce sulfurique, sur du fluorure de calcium pur, placé dans un tube de platine, et dont la température avait été préalablement portée au rouge. Le tube communiquait avec le récipient à couvercle tubulé dont j'ai parlé tout à l'heure, et celui-ci était placé dans un mélange réfrigérant. Il s'est dégagé immédiatement par les jointures du couvercle un gaz fumant, dont l'odeur trahissait aisément la présence du gaz chlorhydrique. On a continué l'expérience pendant une bonne demi-heure : les fumées sortaient constamment; elles attaquaient le verre humide. Au bout de ce temps, ayant démonté l'appareil, je n'ai trouvé dans le récipient, ni liquide ni solide; il en sortait un gaz acide, fumant beaucoup, mais ne donnant pas des fumées aussi lourdes que le gaz fluorhydrique obtenu par l'acide phosphorique. En recouvrant le récipient d'une plaque de verre sèche, elle fut légèrement attaquée : en recueillant le gaz dans de l'eau, la liqueur contenait des acides fluorhydrique et chlorhydrique; ce dernier prédominait. Le fluorure s'était moulé dans le tube de platine en une masse assez cohérente; sa surface seulement était transformée en chlorure de calcium. »

CHIMIE. — *Mémoire sur les combinaisons du cyanogène; par* M. **Ad. Wurtz.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Balard.)

« 1°. *Action du chlore sur l'urée. Formation d'acide cyanurique.* — Lorsqu'on fait passer un courant de chlore sec sur de l'urée fondue, on observe une réaction très-énergique : ce corps se décompose, en se boursouflant et en laissant dégager d'abondantes vapeurs blanches. Les produits de cette réaction sont de l'acide cyanurique, du sel ammoniac, de l'acide chlorhydrique et de l'azote. Pour extraire l'acide cyanurique, il suffit de traiter, par un peu d'eau froide, la masse refroidie qui reste dans le vase où l'on a opéré la décomposition. Le sel ammoniac se dissout dans l'eau, et l'acide cyanurique reste sous la forme d'une poudre blanche que l'on peut, au besoin, purifier en la dissolvant dans l'eau bouillante.

» L'équation suivante rend compte de la réaction du chlore sur l'urée

$$3(C^2H^4Az^2O^2) + 3Cl = Az + HCl + 2H^4AzCl + C^6Az^3H^3O^6.$$

J'ajouterai que cette réaction offre certainement le moyen le plus commode pour préparer l'acide cyanurique.

» 2°. *Action du chlore sur l'acide prussique aqueux. Chlorohydrure de cyanogène.* — Lorsque l'on fait passer un courant de chlore dans de l'acide prussique aqueux, préparé par le procédé de Trautwein, la réaction qui se produit détermine, au bout de quelque temps, une légère élévation de température. Le liquide exhale une odeur très-marquée de chlorure de cyanogène, et laisse dégager une vapeur qui se condense en gouttelettes dans les parties froides de l'appareil et qui constitue le produit principal de cette réaction. Pour le recueillir, on adapte à la cornue qui renferme l'acide prussique un tube à chlorure de calcium que l'on termine par un tube recourbé à angle droit et plongeant dans un ballon à long col refroidi à la glace. A la fin de l'opération, on trouve dans le récipient un liquide limpide, très-volatil, qui fume à l'air et qui répand une odeur très-irritante de chlorure de cyanogène : c'est le chlorohydrure de cyanogène impur. Il renferme de l'acide chlorhydrique et de l'acide cyanhydrique, dont on le débarrasse en l'agitant avec deux à trois fois son volume d'eau refroidie. On décante la couche de liquide qui se sépare de l'eau, et on la soumet à une nouvelle distillation en faisant passer sa vapeur à travers un tube à chlorure de calcium.

» Le chlorohydrure de cyanogène ainsi préparé est un liquide incolore, très-fluide et très-corrosif. Il répand une odeur qui irrite vivement les bronches et surtout les yeux, au point de déterminer un larmoiement très-abondant. Il bout à + 20 degrés. Sa vapeur brûle avec une flamme violette. Il se dissout sensiblement dans l'eau, et cette dissolution précipite en blanc par le nitrate d'argent.

» Mis en contact avec du chlore sec, il se transforme tout entier en chlorure solide de cyanogène et en acide chlorhydrique

$$C^6Az^3Cl^2H + Cl = HCl + C^6Az^3Cl^3.$$

» Si l'on opère cette réaction sur quelques grammes de matière, on voit les parois du vase se couvrir, du jour au lendemain, de belles aiguilles radiées, en même temps qu'il reste au fond un liquide visqueux, qui finit par se prendre tout entier en larges cristaux de chlorure solide de cyanogène.

» J'ai éprouvé quelques difficultés pour faire l'analyse du chlorohydrure

de cyanogène. On le conçoit sans peine, si l'on songe à l'extrême volatilité de ce liquide. Quoique les analyses que j'en ai faites ne présentent pas toute la netteté que l'on peut désirer, elles conduisent cependant à la formule

$$C^6 Az^3 Cl^2 H,$$

qui paraît d'ailleurs justifiée par les réactions que présente le chlorohydrure de cyanogène.

» D'après cela, on peut considérer ce corps comme une combinaison d'acide prussique avec le chlorure de cyanogène $C^4 Az^2 Cl^2$, dont on trouvera la description plus loin, ou bien comme du chlorure solide de cyanogène $C^6 Az^3 Cl^3$, dans lequel 1 équivalent de chlore serait remplacé par 1 équivalent d'hydrogène.

» 3°. *Chlorure de cyanogène liquide.* — Pour préparer ce corps, on traite le chlorohydrure de cyanogène par l'oxyde rouge de mercure. Pour éviter une réaction trop vive, il est bon de mélanger cet oxyde avec du chlorure de calcium fondu et pulvérisé, et de refroidir fortement ce mélange. Après quelques heures de contact, on distille au bain-marie et on voit se condenser dans le récipient, convenablement refroidi, un liquide incolore qui constitue une nouvelle modification du chlorure de cyanogène. C'est un liquide limpide, qui irrite fortement, comme le chlorohydrure, la membrane muqueuse des bronches et qui provoque le larmoiement. Il est plus dense que l'eau. Il bout à + 16 degrés et se prend à — 7 degrés en une masse cristalline formée par de longues lames transparentes. Sa vapeur est incombustible. Il tombe au fond de l'eau, en s'y dissolvant, cependant, d'une manière sensible. Cette dissolution ne précipite pas le nitrate d'argent. Lorsqu'on y ajoute une goutte de potasse et qu'on neutralise ensuite par l'acide azotique, on observe une effervescence de gaz carbonique, et la liqueur neutralisée précipite par le nitrate d'argent. Ces réactions semblent indiquer que les alcalis décomposent le chlorure de cyanogène en chlorure alcalin, ammoniaque et acide carbonique. On sait que ces deux derniers corps sont des produits de décomposition de l'acide cyanique. Les analyses que j'ai faites sur le chlorure de cyanogène liquide conduisent à la formule

$$C^4 Az^2 Cl^2.$$

» Cette combinaison constitue donc un nouvel isomère du chlorure de cyanogène.

» J'ai l'intention de continuer ces recherches sur les combinaisons du cyanogène, car je n'en ai présenté, aujourd'hui, que les premiers résultats.

J'ose dire que ces recherches sont des plus pénibles, et je suis forcé de les interrompre pour quelque temps, à cause de la fatigue qu'elles m'ont fait éprouver.

» J'espère que l'Académie voudra bien me tenir compte de ces difficultés, en accueillant avec indulgence un travail que je lui présente sous une forme encore bien imparfaite. »

CHIMIE. — *Étude de la réaction de l'acide sulfurique sur le bichromate de potasse; étude sur l'alun de chrome; par* M. **Jacquelain.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Dumas, Regnault, Balard.)

« Dans le travail dont je fais aujourd'hui la présentation à l'Académie, je commence par décrire la préparation de l'oxygène au moyen du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique, d'après M. Balmain; puis, modifiant un peu les doses de ces matières, je signale surtout à l'attention des chimistes la présence de l'oxyde de chlore dans l'oxygène préparé avec ces deux agents: d'où il résulte que ce gaz devra toujours être soumis à des lavages par la potasse en dissolution, si l'on veut éviter de graves erreurs dans les recherches de précision qui seraient tentées avec de l'oxygène obtenu par ce procédé.

» Après ces réflexions préliminaires, j'analyse avec soin l'action de l'acide sulfurique sur le bichromate de potasse, depuis l'instant de leur contact jusqu'à la séparation de tous les produits qui prennent successivement naissance dans cette réaction.

» Ainsi, je montre comment le bichromate de potasse dégage de la chaleur en se dissolvant dans l'acide sulfurique, comment on peut assister ensuite à la formation des cristaux d'acide chromique.

» Je fais voir de quelle manière, après la décomposition de cet acide par la chaleur en présence de l'acide sulfurique, on se procure à volonté un sulfate double de chrome et de potasse anhydre, puis de l'alun de chrome, puis du bisulfate de potasse anhydre, du bisulfate hydraté de même base; enfin, je fais entrevoir qu'avec le résidu très-abondant de sulfate de chrome acide, on régénère économiquement du chromate, par le concours simultané d'un alcali peu soluble ou de son carbonate et d'une température élevée.

» La description des phénomènes qui accompagnent l'action de l'acide sulfurique sur le bichromate de potasse étant terminée, je me livre à l'étude approfondie de quelques propriétés singulières de l'alun de chrome, dont je donne l'explication.

» Entre autres observations, je démontre que l'alun de chrome chauffé à 100 degrés dans un tube scellé, de 3 millimètres de diamètre, se décompose en sulfate de potasse et en sulfate de chrome potassé qui demeurent fluides à + 15 degrés, et même à — 20 degrés, à cause de l'étroitesse du tube, car cela n'a plus lieu dans un tube de 2 centimètres de diamètre.

» Je prouve que cet alun de chrome, devenu vert par suite de cette altération, n'est point une modification isomérique, comme l'avait pensé M. Hertvig.

» Contrairement à l'opinion de M. Fischer, je démontre que l'on peut, avec le produit vert étendu d'eau, régénérer de l'alun de chrome, pourvu que la concentration et la cristallisation se fassent à + 2 degrés.

» Étudiant ensuite l'action simultanée de l'eau et de la chaleur sur l'alun de chrome, j'arrive à me convaincre, par l'analyse des produits modifiés, que certaines combinaisons chimiques de nature inorganique se métamorphosent sans cesse en présence de l'eau.

» Ces faits, aussi remarquables qu'inattendus, méritent de fixer l'attention de tous les chimistes qui s'occupent d'analyse; car, suivant que l'alun de chrome aura été dissous à + 4 degrés, ou bien de + 20 degrés à + 100 degrés, suivant que la solution aqueuse aura été analysée immédiatement ou dans un temps très-éloigné du moment de la dissolution, l'on pourra faire une analyse exacte ou commettre une erreur de 32 pour 100 sur la totalité du sulfate de baryte. Le sulfate, le chlorhydrate de sesquioxyde de chrome m'ont présenté des irrégularités du même genre.

» Dans une circonstance déterminée, l'alun de chrome m'a paru se dédoubler en 2 équivalents de sulfate de potasse et 1 composé dont la formule brute, tirée de l'analyse, se représente par $3[3(SO^3), Cr^2O^3], SO^3, KO$.

» Il suit de là qu'une dissolution d'alun de chrome devenue verte n'est plus de l'alun de chrome.

» Cette seconde série de faits bien établie, je me trouve conduit à prouver, par des expériences nouvelles et contrairement aux idées professées par la majorité des chimistes, que les modifications isomériques n'existent pas davantage entre les trois hydrates d'acide phosphorique de M. Graham, qu'entre la sulfamide et le sulfate d'ammoniaque, l'alumine anhydre et cette même base hydratée.

» Par la même raison, l'alun de chrome violet ne me paraît point l'isomère de l'alun devenu vert; par d'autres raisons, l'oxyde de chrome deshydraté à 200 degrés et celui calciné ne le sont pas davantage. Il en est de même du bioxyde de mercure précipité par un alcali, puis rendu anhydre,

et de celui provenant de l'azotate calciné ; de la chaux vive préparée avec le carbonate, et de celle que l'on obtient en décomposant dans un creuset de platine l'azotate de chaux par une forte chaleur.

» En m'appuyant sur la définition que M. Dumas nous a donnée de l'isomérie, définition acceptée par tous les chimistes, j'établis que certains corps de même composition, comparés dans les cas précédents, ne sont autre chose que des corps polymorphes.

» Reprenant alors l'analyse de l'alun de chrome par une méthode fondée sur les observations citées plus haut, et réglant mes calculs sur l'équivalent du chrome que j'ai déterminé de nouveau, j'attribue à l'alun de chrome la formule suivante :

$$3(SO^3), Cr^2O^3, SO^3, KO, 22(HO);$$

je démontre aussi que l'alun de chrome perd 20 équivalents d'eau, soit à 100, soit à 200 degrés, et je termine par l'analyse du sulfate de chrome et de potasse anhydre mentionné au commencement du Mémoire, en représentant ce composé par la formule

$$3(SO^3), Cr^2O^3, SO^3KO. »$$

CHIMIE. — *Étude sur le sulfate d'alumine et de potasse; étude sur quelques sulfates de sesquioxyde de fer; par* M. **Jacquelain.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Dumas, Regnault, Balard.)

« Toutes les expériences dont l'alun de chrome a été l'objet dans le précédent Mémoire devaient naturellement me conduire à étudier l'alun et le sulfate d'alumine sous le même point de vue, c'est-à-dire à examiner si ces combinaisons ne m'offriraient pas des phénomènes du même genre, quant aux incertitudes qui peuvent résulter de leur analyse par les méthodes actuelles.

» Par suite des irrégularités que ces combinaisons m'ont présentées dans leur analyse d'après les méthodes connues, irrégularités que je fais disparaître en prenant la précaution de convertir en sulfates ou chlorures alcalins, les sulfates des sesquioxydes ou chlorures correspondants, je me suis convaincu, par de nouvelles expériences, de la nécessité qu'il y avait de changer aussi la formule de l'alun ordinaire, ainsi que celle du sulfate d'alumine.

» Dans l'analyse du sulfate d'alumine, la perte en sulfate de baryte s'élève à 10 pour 100; et dans celle du sulfate de sexquioxyde de fer, l'erreur du même genre peut aller jusqu'à 12 pour 100.

» Indépendamment de ces observations, je donne la composition de trois sulfates nouveaux de sesquioxydes de fer, ainsi que leur mode de préparation.

» Voici, du reste, les formules brutes par lesquelles je crois pouvoir, d'après mes expériences, représenter la composition de l'alun ordinaire, celle des sulfates d'alumine de sesquioxyde de fer que je viens de citer :

Alun ordinaire	$4(SO^3), (Al^2O^3, KO), 22(HO)$,
Sulfate d'alumine naturel	$3(SO^3), Al^2O^3, 16(HO)$,
Sulfate de sesquioxyde de fer	$3(SO^3), Fe^2O^3, 10(HO)$,
	$4(SO^3), Fe^2O^3, 12(HO)$,
	$32(SO^3), 5(Fe^2O^3), 36(HO)$. »

TECHNOLOGIE. — *Note sur la cuite des porcelaines dures à la houille; par* M. **Vital-Roux.**

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Dumas, Payen.)

Après avoir rappelé les difficultés qui s'étaient opposées, jusqu'à présent, à l'emploi de la houille pour la cuite de la porcelaine dure, et exposé les considérations qui le portèrent à ne pas considérer ces difficultés comme insurmontables, l'auteur mentionne brièvement les différents essais auxquels il s'est livré, dans ce but, de concert avec M. Merkens. Enfin, au moyen de fours d'une forme particulière, que les inventeurs désignent sous le nom de *fours à double courant d'air,* on est parvenu à régler le feu de telle manière, que, sur toute une cuite, il ne se trouve pas une seule pièce jaune. Quant aux avantages qu'on a obtenus, sous le rapport de l'économie, par l'emploi de la houille au lieu du bois, dans les fours en exercice à Noirlac, M. Vital-Roux les indique de la manière suivante :

« Le four de 4^m,66 brûlait, en moyenne, par cuite : 96 stères de bois, essence chêne et charme, qui revient dans notre localité, c'est-à-dire dans l'arrondissement de Saint-Amand (département du Cher), à 7 francs le stère, fendu et transporté au four; soit	672^{fr} »
» Il brûle, à l'heure qu'il est, 150 hectolitres de houille de Commentry, qui revient à $1^f\,80^c$ l'hectolitre	270 »
Différence	402 »
» Le four de 5^m,66 brûlait, par cuite, 120 stères de bois, à 7 francs le stère; soit	840^{fr} »
» Il brûle, à l'heure qu'il est, 220 hectolitres de houille, à $1^f\,80^c$ l'hectolitre	396 »
Différence	444 »

» Tel est le résultat d'économie de combustible. Par l'expérience, j'ai remarqué d'autres avantages :

» 1°. Cuisson plus parfaite, plus identique, toutes les parties cuisant également, le centre comme les flancs, le haut comme le bas;

» 2°. Une bien moins grande altération des gazettes, des chemises et voûtes des fours. Au bois, l'action des cendres, s'unissant à la partie siliceuse des terres à gazettes et des briques tapissant les parois des fours, formait une vitrification qui, par le refroidissement, disposait les gazettes à se briser. A la houille, au contraire, aucune vitrification n'a lieu : les parois des fours restent comme avant le feu, et les gazettes se maintiennent, comme on les pose, sans altération aucune. »

A l'occasion de la communication de M. *Vital-Roux*, M. **Alex. Brongniart** annonce que M. Renard, de Saint-Gond, près Étoges (département de la Marne), fait dans ce moment des essais de cuisson de la porcelaine dure, au gaz extrait de la tourbe, et que ces essais ont eu, jusqu'à présent, des résultats satisfaisants. M. Ébelmen, directeur-adjoint de la Manufacture royale de Sèvres, est allé voir une cuisson et en constater les résultats.

PHYSIQUE. — *Du magnétisme terrestre, ou nouveau principe de physique céleste; par* M. **Lion.**

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Duperrey.)

« L'objet de ce Mémoire, dit l'auteur, est de démontrer, 1° que le soleil est doué d'une polarité magnétique de laquelle dépendent la plupart des phénomènes du magnétisme terrestre; 2° que l'état magnétique du globe terrestre est celui d'une sphère soumise à l'action inductive d'un courant voltaïque; 3° que toutes les autres planètes ont aussi un magnétisme résidant à leur surface seule, et provenant de l'influence solaire; 4° que les mouvements de rotation des planètes suivent une loi qui prouve leur origine électrodynamique.

» Nous avons cherché, ajoute M. Lion, à ne pas sortir du domaine de l'expérience, à nous servir exclusivement des faits. D'ailleurs, nous croyons avoir établi, d'une part, la relation directe qui existe entre les variations périodiques du magnétisme terrestre, de quelque manière qu'il se manifeste, et les mouvements de notre globe en présence du soleil; d'autre part, le rapport des temps de rotation des planètes avec leur surface et leur distance du soleil. »

GÉOLOGIE. — *Cartes, croquis et coupes pour servir à l'explication de la constitution géologique des Vosges; par* M. **Hogard.**

(Commissaires, MM. Cordier, Élie de Beaumont, de Bonnard.)

Ces cartes et coupes sont accompagnées d'un Mémoire très-développé qui comprend, outre les observations préliminaires, trois parties distinctes : 1° Indication des terrains figurés sur la carte, et coup d'œil sur les formes générales du relief du département des Vosges; 2° limites, situations et coupes des terrains; 3° tableau des communes du département des Vosges, indiquant les divers terrains, les mines et carrières qui existent sur le territoire de chacune de ces communes.

OROGRAPHIE. — *Étude sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe; par* M. **J. Durocher.**

Après avoir exposé les considérations théoriques par lesquelles il croit pouvoir expliquer les circonstances que présentent les *glaciers de la Norwége* comparés à ceux du *Spitzberg* et des *Alpes*, l'auteur annonce qu'il a constaté sur les principaux glaciers de la Norwége les mêmes phénomènes que l'on observe sur ceux des Alpes : les crevasses, les aiguilles ou pyramides, les grottes cintrées à travers lesquelles s'écoulent les torrents, les moraines médianes, latérales et terminales, les blocs ayant la forme de tables soutenues par des piédestaux de glace, les cônes de graviers; enfin la structure spongieuse et rubanée de la glace, qui présente une alternance de bandes bleues et de bandes blanches.

« J'ai reconnu, ajoute M. Durocher, par de nombreuses observations faites dans les Alpes, en Norwége et au Spitzberg, sur les glaciers et les glaces flottantes, que l'interposition de l'eau entre les pores et les fissures de la glace grenue contribue puissamment à y développer la belle couleur bleu d'azur que l'on y admire. D'ailleurs les eaux qui s'écoulent des champs de neige et des glaciers, présentent aussi une teinte d'un bleu de ciel très-prononcé; ce caractère leur est tellement propre, que souvent il m'a servi à reconnaître si les montagnes qui entourent les hautes vallées sont couvertes de tapis de neige. La couleur est souvent encore très-sensible à une distance de 13 myriamètres de l'origine des rivières; ainsi, à son embouchure dans le Lougen (vallée du Guldbrandsdal), l'Otte-Elv coule pendant quelque temps, sans se confondre, en formant un large sillon bleuâtre, qui se distingue très-nettement des eaux grises du Lougen. Lorsque les détritus, mélangés à l'eau qui sort des glaciers,

sont gris, ils ne produisent d'autre effet que d'en pâlir la teinte bleue et la faire passer au bleu sale. Si les eaux des lacs et des rivières de la Suède, et une partie de celles de la Norwége ne présentent point une teinte d'azur qui leur soit propre et indépendante des reflets du ciel, il ne faut pas toujours en attribuer la cause aux substances minérales qu'elles peuvent tenir en suspension, car j'ai vu souvent les eaux qui sortent des glaciers présenter une couleur bleue, quoique étant troubles, tandis que, à côté, coulaient des eaux très-claires qui étaient grises ou d'un gris verdâtre. Si le bleu est la couleur propre de l'eau pure, et si le remplacement de cette couleur par des teintes grises ou verdâtres tient à des impuretés, cela doit provenir, dans beaucoup de cas, de substances organiques, principalement végétales, plutôt que de matières animales.

» Les glaciers de la Norwége ont éprouvé des oscillations comme ceux des Alpes; les limites de leur ancienne extension sont très-bien marquées dans le Justedal, par la disposition des anciennes moraines, et par l'absence de végétation dans les endroits qui ont été envahis. On possède en outre des documents historiques desquels il résulte que leur agrandissement s'est effectué dans la première moitié du XVIIIe siècle, à peu près à la même époque où les glaciers des Alpes s'étendaient aussi de manière à rendre impraticables les passages des hautes montagnes. Mais depuis la fin du XVIIIe siècle, les glaciers du Justedal sont presque rentrés dans leurs anciennes limites; et de 1822, époque à laquelle ils ont été visités par M. Nauman, jusqu'à l'année 1845, où je les ai observés, ils paraissent être restés à peu près stationnaires. La disposition des anciennes moraines montre aussi que la diminution des glaciers ne s'est pas opérée brusquement et en une seule fois, mais qu'il y a eu plusieurs périodes de décroissement.

» Sur le vaste espace qu'ils ont abandonné, la surface des rochers présente des érosions bien marquées, qui ont beaucoup de caractères communs avec les érosions du phénomène erratique; celles-ci se montrent, en certains endroits, sur les mêmes surfaces et sur les monticules environnants, mais elles se distinguent en ce qu'elles affectent une direction transversale. Les glaciers actuels creusent des stries à peu près parallèles à l'axe des crevasses ou des vallons étroits d'où ils débouchent dans la vallée centrale; tandis que les stries anciennes sont le résultat du frottement de masses érosives qui sont descendues des parties les plus hautes de cette vallée, et qui l'ont parcourue dans toute sa longueur en suivant ses différentes sinuosités. Sur les monticules qu'ont érodés les glaciers du Justedal, on voit beaucoup de parties concaves dont la surface est restée rugueuse; les glaciers ont passé par-dessus en for-

mant voûte : ce sont principalement les parties convexes qui ont été usées, polies et striées; or ce qu'il y a de remarquable dans le phénomène erratique, c'est que, généralement, la surface des concavités est érodée comme celle des parties convexes : on voit même des stries au fond d'ornières et sur les parois des fentes profondes.

» Les érosions glaciériques présentent un caractère important : quand un glacier se termine sur un espace plus large que le reste de son lit, ce qui arrive fréquemment, les stries qu'il trace sur ses deux bords sont divergentes, et font entre elles un angle, qui s'élève à 45 degrés sur l'un des glaciers que j'ai observés. Cette divergence a lieu lors même que les glaciers ne vont pas en s'élargissant; elle paraît être d'autant plus grande, qu'ils sont plus puissants, et qu'ils ont une pente plus faible à leur extrémité. Cela s'explique également bien si l'on assimile, avec M. Forbes, les glaciers à des corps visqueux, ou si on les considère comme des masses solides et grenues d'une assez faible cohésion pour céder peu à peu à la pression de leurs propres particules, et à celle des particules liquides contenues à l'intérieur. Ce fait est en rapport avec la formation des crevasses rayonnantes et la disposition en éventail que présentent, à leur extrémité, le glacier du Rhône et plusieurs autres : il contribue aussi à l'élargissement des moraines médianes. D'ailleurs, comme un glacier s'épanche dans tous les points où son lit s'élargit, il est probable qu'il y creuse des stries divergentes; tandis que dans les points où son lit se contracte, les érosions doivent offrir un certain degré de convergence.

» Quant à la ressemblance des érosions glaciériques avec celles des phénomènes erratiques, pour montrer que des causes de natures différentes peuvent produire des effets mécaniques analogues, il me suffira d'ajouter que j'ai observé, en diverses contrées et sur des roches diverses, mais principalement en Bretagne et sur du quarzite, de belles surfaces polies et striées qui ont été produites par le *glissement des rochers les uns sur les autres*, et qui cependant ressemblent beaucoup aux surfaces érodées par les *glaciers* ou par les *agents erratiques*. »

MÉCANIQUE. — *Mémoire sur l'hélice considérée comme moteur aérien; par* M. **Plazanet.**

(Commissaires, MM. Piobert, Babinet, Seguier.)

GEODÉSIE ET GNOMONIQUE. — M. **Secretan** présente un instrument construit d'après une idée de M. Leroy, architecte, et à l'aide duquel on peut lire les arcs parcourus par les alidades, de deux secondes en deux secondes,

sur un cercle de 22 centimètres, qui, cependant, ne porte de divisions que de demi-degré en demi-degré. La lecture s'effectue à l'œil nu, sans loupe ni microscope.

Le second instrument, présenté par M. Secretan est un dipléidoscope dans lequel, d'après une proposition de M. Steinheil, le prisme creux de Dent est remplacé par un prisme plein.

Ces deux instruments sont renvoyés à l'examen d'une Commission déjà nommée pour l'examen d'un premier Mémoire de M. Secretan.

M. **Ancelon** adresse deux Mémoires : l'un, *sur les fièvres typhoïdes périodiquement développées par les émanations de l'étang de Lindre-basse ;* l'autre, *sur les moyens de distinguer le sang humain du sang de tous les animaux.*

Le second Mémoire est destiné au concours pour le prix de Physiologie expérimentale de la fondation Montyon; le premier est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Serres, Andral et Pariset.

M. **Ducros** présente deux Mémoires : l'un, *sur l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique au quart, pratiqué chez des chiens qui, de l'état de mort apparente, ont été complétement rappelés à la vie dans quelques minutes, au moyen du double courant magnéto-électrique ;* l'autre, *sur l'action révivifiante des mêmes courants dans les cas d'asphyxie produite, chez l'homme, par l'inhalation de l'éther.*

(Commission précédemment nommée.)

M. **Bouniceau** envoie, pour le concours du prix de Statistique, un ouvrage imprimé sur la navigation des rivières à marées, et un Mémoire manuscrit ayant pour titre : *Notes analytiques sur la navigation des rivières à marées.*

(Commission du prix de Statistique.)

M. **Lepaige** présente un Mémoire intitulé : *Essai d'hydroscopie, ou Considérations sur la manière de découvrir les eaux souterraines, basée sur l'interprétation des accidents du sol.*

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Héricart de Thury.)

MM. **Flandin** et **Danger**, en adressant, pour le concours de Médecine et de Chirurgie, leurs divers travaux sur les *poisons*, y joignent, conformément à une décision prise par l'Académie pour les pièces admises à ce concours, l'indication de ce qu'ils considèrent comme neuf dans les résultats de leurs recherches.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Mutrel** soumet au jugement de l'Académie un appareil de son invention, qu'il désigne sous le nom de *régulateur du gaz d'éclairage*.

(Commissaires, MM. Poncelet, Payen, Morin.)

M. **Rouillet** présente un *fusil muni d'un mécanisme destiné à prévenir les accidents communs à la chasse.*

(Commissaires, MM. Piobert, Seguier.)

M. **Lüer** soumet au jugement de l'Académie de nouveaux *appareils pour l'inspiration de l'éther.*

(Commission de l'éther.)

L'Académie renvoie à l'examen de la Commission des *chemins de fer*, deux Notes relatives à des moyens destinés à prévenir les accidents les plus fréquents dans ce mode de transport. Ces Notes sont adressées par MM. **Pingault** et **Michel**, et par M. **Tonnelier**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire de l'Académie des Beaux-Arts** invite l'Académie des Sciences à désigner deux de ses Membres pour faire partie d'une Commission qui sera chargée d'examiner le procédé de *photographie sur papier*, communiqué par M. *Blanquart-Évrard.*

MM. Biot et Regnault sont invités à s'adjoindre à la Commission déjà nommée par l'Académie des Beaux-Arts.

ASTRONOMIE. — *Nouvelle comète.*

M. **Hind** écrit à M. *Faye* qu'il s'est glissé des erreurs considérables dans les premières observations de la nouvelle comète. Il invite les astronomes à mettre entièrement de côté l'orbite parabolique de cet astre qu'on avait d'abord déterminée, et qui a paru dans les *Comptes rendus.* Des recherches ultérieures ont conduit M. Hind à une orbite peu différente de celle du docteur Brunnow, et dont voici les éléments :

Passage au périhélie, mars........	30,31407, temps moyen de Berlin.
Longitude du périhélie............	274°25′43″,
Longitude du nœud................	19°49′ 9″,
Inclinaison.......................	48° 38′ 20″,
Distance périhélie	0,047007,
Sens du mouvement...............	Direct.

M. **Arago** a présenté la Note suivante, renfermant les éléments elliptiques de la même comète, calculés par M. **Yvon-Villarceau**, un des astronomes de l'Observatoire de Paris :

Passage au périhélie.................. mars	30,3288,	temps moyen de Paris.
Longitude du périhélie..................	275°46′34″	de l'équinoxe moyen
Longitude du nœud..................	21°37′36″	de 0 février 1847.
Inclinaison..........................	48°32′23″	
Distance périhélie..................	0,0442307	
Excentricité..........................	0,9993425	
Sens du mouvement..................	Direct.	

On déduit de ces éléments :

Demi-grand axe........	67,3
Durée de la révolution...	552 ans.

« Les observations plus récentes, dit M. Villarceau, apporteront quelques » modifications dans les éléments que nous donnons ici; la durée de la révo- » lution pourra être considérablement changée. Nous ferons remarquer » que la position de la comète, le 6 mars, a été rapportée à une étoile qui » n'a pu, depuis, être observée qu'une seule fois aux instruments méridiens, » au passage inférieur et dans les circonstances les plus défavorables. Néan- » moins, nous avons cru devoir employer cette position, afin d'embrasser » un plus grand arc de l'orbite. »

Voici les observations du 19 février et du 6 mars :

19 février.	$10^h\ 6^m 47^s$, t. m. de Paris.	Æ = 339° 48′ 7″,2	D = 62° 31′ 48″,3
6 mars..	8.28.38	355° 26′ 43″,5	47° 59′ 56″,4

La position de l'étoile de comparaison du 6 mars, déduite d'une observation méridienne, est :

$$Æ = 23^h\ 30^m\ 32^s,60 \qquad D = 48°\ 9'\ 21'',1.$$

CHIMIE. — *Analyse d'une eau thermale du* Paramo de Ruiz, *dans la Nueva-Granada, envoyée en Europe par* M. Illingworth; *par* M. **Lewy**.

« Un échantillon de l'eau du *Paramo de Ruiz* ayant été envoyé par M. Boussingault au laboratoire de la Faculté des Sciences, M. Dumas a bien voulu me charger d'en faire l'analyse.

» L'intérêt que présente cette analyse m'engage à en communiquer les résultats à l'Académie.

» L'eau de Ruiz a été recueillie par M. Degenhardt; elle est d'une limpidité parfaite; sa densité, prise à la température de 8 degrés centigrades, est représentée par 1,0073; elle possède une saveur astringente et très-acide; elle rougit très-fortement le papier de tournesol, et, mise en contact avec du zinc métallique, elle occasionne un dégagement sensible de gaz hydrogène.

» Voici les résultats de l'analyse :

» I. 40 grammes d'eau de Ruiz, traités par le nitrate de baryte, ont produit 0,603 de sulfate de baryte, contenant 0,207 d'acide sulfurique, ce qui correspond à 0,518 pour 100.

» Dans la liqueur privée d'acide sulfurique, le nitrate d'argent a formé un précipité de chlorure d'argent, dont le poids était de $0^{gr},139$, équivalant à 0,035 d'acide chlorhydrique; ce qui donne 0,088 pour 100.

» II. $21^{gr},873$ d'eau ont été évaporés à siccité; le résidu, calciné au rouge jusqu'à ce que tout dégagement de vapeurs acides eut cessé, a pesé 0,0745; ce qui donne 0,341 pour 100. Ce résidu, légèrement coloré en rouge, ayant été traité par l'eau distillée, a donné une dissolution neutre sur le papier à réactifs. Le nitrate de baryte ajouté à cette dissolution a produit 0,091 de sulfate de baryte, équivalant à 0,031 d'acide sulfurique, et correspondant à 0,143 pour 100.

» La liqueur privée d'acide sulfurique n'a point donné de précipité par le nitrate d'argent.

» Le résidu, insoluble dans l'eau, a été traité par l'acide chlorhydrique. La dissolution ainsi obtenue a été évaporée à siccité; le résidu, traité par l'acide chlorhydrique étendu d'eau, a donné 0,004 de silice; ce qui correspond à 0,018 pour 100.

» Dans la dissolution acide, d'où l'on avait séparé le silice, l'ammoniaque caustique a produit un précipité d'alumine contenant de l'oxyde de fer. Le précipité ainsi obtenu a été dissous dans l'acide chlorhydrique; la potasse caustique, ajoutée à cette dissolution, a précipité de nouveau le fer; ce précipité a été dissous dans l'acide chlorhydrique; la liqueur a été saturée d'ammoniaque et précipitée par du succinate d'ammoniaque. Transformé à l'état d'oxyde de fer, ce précipité a fourni 0,008; ce qui donne 0,037 pour 100.

» La dissolution d'alumine dans la potasse caustique a été neutralisée par l'acide chlorhydrique; du carbonate d'ammoniaque, versé dans cette liqueur, a fait naître un précipité d'alumine qui pesait 0,011; ce qui correspond à 0,050 pour 100.

» La liqueur, privée d'alumine et de fer, ne contenait point de chaux ni d'acide sulfurique.

» III. 62gr,995 d'eau ayant été évaporés à siccité, le résidu calciné au rouge a pesé 0,215. Ce résidu a été traité par de l'eau distillée; dans la dissolution, on a versé du chlorhydrate d'ammoniaque, et puis de l'ammoniaque caustique, qui n'a pas donné de précipité; l'oxalate d'ammoniaque, versé dans cette liqueur, a précipité la chaux; l'oxalate de chaux, transformé en carbonate, a pesé 0,017, renfermant 0,010 de chaux; ce qui correspond à 0,014 pour 100.

» La liqueur, ainsi privée de la chaux et ne contenant point d'alumine, a été évaporée à siccité, et, après l'expulsion des sels ammoniacaux, il est resté un résidu de sels alcalins à base de soude et de magnésie. Ces sels ont été changés en sulfates; leur poids était de 0,112. Le sulfate de magnésie a été précipité par de la baryte caustique, et la magnésie a été séparée au moyen de l'acide sulfurique. Les résultats ainsi obtenus ont donné 0,052 de sulfate de soude, et 0,060 de sulfate de magnésie, équivalant à 0,023 de soude, et à 0,020 de magnésie; ce qui représente 0,036 de soude et a 0,032 de magnésie pour 100.

» IV. 20 grammes d'eau ont été évaporés à siccité, et le résidu n'a été chauffé qu'à la température du rouge sombre. On a obtenu 0,110 de résidu.

» La dissolution obtenue en traitant ce résidu par de l'eau distillée ne contenait point de chlore. L'ammoniaque caustique versée dans cette dissolution a formé un précipité d'alumine, de magnésie et de fer. Ce précipité a été dissous dans l'acide chlorhydrique; l'alumine a été séparée par la potasse caustique, et le précipité obtenu a été dissous de nouveau dans l'acide chlorhydrique; la liqueur a été saturée par de l'ammoniaque caustique, et le fer a été précipité par le succinate d'ammoniaque. La liqueur, ainsi privée d'alumine et de fer, a été réunie à la liqueur ammoniacale; la chaux ayant été précipitée par de l'oxalate d'ammoniaque, la liqueur a été évaporée à siccité, et, après l'expulsion des sels ammoniacaux, les sels restants ont été transformés en sulfates.

» La matière, insoluble dans l'eau, contenait de la silice, de la chaux et de l'oxyde de fer.

» Les résultats ainsi obtenus étaient parfaitement concordants avec les analyses précédentes.

» L'eau de Ruiz contient, d'après ces analyses :

	gr
Acide sulfurique	0,518
Acide chlorhydrique	0,088
Alumine	0,050
Oxyde de fer	0,037
Soude	0,036
Magnésie	0,032
Silice	0,018
Chaux	0,014
	0,793
Eau	99,207
	100,000

» Si l'on admet que la soude se trouve unie à l'acide chlorhydrique, et que les autres sels se trouvent à l'état de sulfate, l'eau de Ruiz sera représentée par la composition suivante :

	gr.
Sulfate d'alumine	0,166
Sulfate de peroxyde de fer	0,102
Sulfate de magnésie	0,094
Sulfate de chaux	0,034
Chlorure de sodium	0,091
Silice	0,018
Acide sulfurique	0,255
Acide chlorhydrique	0,033
Eau	99,207

» On voit, d'après cette analyse, que l'eau de Ruiz contient une quantité très-notable d'acide sulfurique et d'acide chlorhydrique à l'état de liberté. C'est un fait qui n'est pas sans intérêt pour la géologie. Jusqu'à présent, en effet, on ne connaissait que l'eau de Rio-Vinagre qui possédât cette propriété. Je crois devoir rapporter ici une analyse de l'eau de Rio-Vinagre, faite par M. Boussingault pendant son séjour à Puracé, en avril 1831. On verra, d'après cette analyse, que l'eau de Ruiz est encore plus riche en acides que l'eau de Rio-Vinagre.

» L'eau de Rio-Vinagre contient :

	gr
Acide sulfurique	0,110
Acide chlorhydrique	0,091
Alumine	0,040
Chaux	0,013
Soude	0,012
Silice	0,023
Oxyde de fer et magnésie	traces.
	0,319
Eau	99,681
	100,000

» M. Boussingault assigne à cette eau la composition suivante :

	gr
Sulfate d'alumine	0,131
Sulfate de chaux	0,031
Chlorure de sodium	0,022
Silice	0,023
Acide chlorhydrique	0,081
Eau	99,681

» L'eau de Ruiz, de même que l'eau de Rio-Vinagre, se trouve dans le voisinage d'un volcan. En se référant à des expériences déjà connues, il sera donc peut-être permis de croire que toutes les eaux qui se trouvent dans les environs des volcans renferment ces acides en plus ou moins grande quantité.

» En terminant cette Note, j'appellerai l'attention sur une application importante que l'on pourrait faire de l'eau de Ruiz.

» M. Boussingault, ayant appris les résultats de mon analyse, et connaissant le pays où cette source se trouve, m'a dit que cette eau peut-être pourrait servir à la préparation du sulfate de quinine. Les quinquinas se trouvent précisément dans les environs de la source. Ayant conservé une petite quantité de cette eau, je me suis empressé de vérifier, par l'expérience, l'idée heureuse exprimée par M. Boussingault, et j'ai trouvé, en effet, que la préparation du sulfate de quinine réussit parfaitement avec cette eau prise à l'état de nature, et sans lui faire subir aucune concentration. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Notice sur le tremblement de terre des bords du Rhin, du 29 juillet 1846; par* M. **Daubrée.**

« Le tremblement de terre qui a été ressenti le 29 juillet 1846 sur les bords du Rhin, s'est étendu depuis Dusseldorf, Elberfeld et Olpe, vers le

nord, jusqu'aux environs de Nancy, de Strasbourg et de Fribourg en Brisgau, vers le sud; vers l'est, il a affecté les environs de Stuttgardt, de Würtzbourg et de Kissingen en Bavière; tandis qu'à l'ouest, Metz, Thionville, Aix-la-Chapelle et Liége l'ont aussi éprouvé. La surface ébranlée, dont les contours assez irréguliers sont représentés sur le croquis joint à cette Notice, comprend environ 62700 kilomètres carrés; ses deux principales dimensions linéaires sont 330 et 270 kilomètres.

» Dans toute l'étendue de cette région, deux secousses, et sur quelques points, trois se sont fait sentir; ces secousses ont eu lieu entre $9^h 25^m$ et $9^h 45^m$ du soir (1), et paraissent avoir cessé partout au bout de 15 à 30 secondes. Généralement elles ont été décrites comme un mouvement ondulatoire horizontal. Il est donc facile de concevoir pourquoi elles ont été particulièrement prononcées pour les personnes habitant les étages élevés des maisons ou les tours des églises; dans quelques-unes de celles-ci, comme à Francfort et à Giessen, les cloches se sont mises en mouvement.

» Il est à regretter que les heures auxquelles le tremblement de terre s'est manifesté dans chacun des lieux ébranlés, ne soient pas connues avec assez d'exactitude pour que l'on puisse en déduire avec approximation le sens et la vitesse de la propagation de l'ébranlement; car, dans beaucoup de petites villes, les horloges ont souvent une marche très-irrégulière. D'ailleurs le phénomène ayant été très-court, l'observateur n'a souvent pensé à examiner l'heure que quelques minutes après l'événement.

» Les secousses n'ont pas été également fortes : d'après de nombreux détails locaux, qu'il serait trop long de consigner ici, il paraît que l'ébranlement a été particulièrement violent dans un espace à peu près triangulaire, comprenant Wiesbaden, dont Kreutznach, Francfort et Boppart occuperaient les sommets, c'est-à-dire à proximité de différents accidents volcaniques anciens. Dans la vallée du Rhin, au sud de Kreutznach et de Mayence, le tremblement de terre a été, en général, moins prononcé; il a été faible

(1) Les journaux et les récits de diverses personnes ont signalé les heures suivantes :

	h m
Kreutznach	9.19
Bonn et Boppart	9.25
Francfort, Cologne, Landau et Strasbourg	9.35
Aix-la-Chapelle	9.36
Soden	9.40
Kissingen	9.45

à Strasbourg et à Nancy, localités au sud desquelles il n'a pas été ressenti en Alsace et en Lorraine.

» Il est à remarquer qu'en dehors de la principale surface ébranlée, le tremblement de terre s'est fait fortement ressentir aux environs de Pyrmont, où, dit-on, on n'en avait pas éprouvé depuis celui de Lisbonne, de 1755. Pyrmont et les contrées rhénanes ont vibré simultanément, quoique ces deux régions soient séparées par une bande large de 100 kilomètres au moins, dans lesquels on ne paraît pas avoir éprouvé de secousses.

» Sur les bords du lac de Thun, près du village de Kaudergrien, un grand éboulement de la montagne de Thun a coïncidé avec l'instant du tremblement de terre des contrées rhénanes.

» Le tremblement des bords du Rhin fait partie d'une série de mouvements du sol qui, vers la même époque, ont agité d'autres parties de l'Europe. Ainsi il y en a eu :

» Le 25 juillet, en différentes parties de la Turquie et en Asie Mineure;

» Le 10 août, aux environs de Naples;

» Du 14 au 17 août, ont eu lieu les violents tremblements de terre de la Toscane;

» Les 17 et 18 août, on en a éprouvé en Suisse, particulièrement à Neufchâtel et à Iverdun.

» Déjà, le 12 octobre 1845, les environs de Saint-Goaz et d'Oberwesel avaient éprouvé un tremblement de terre faible et beaucoup moins étendu que celui du 29 juillet 1846 (1). Il est toutefois remarquable que la région ébranlée au 12 octobre occupe précisément le centre de la surface qui a vibré neuf mois et demi plus tard. Les mêmes contrées ont éprouvé aussi, à plusieurs reprises, des secousses dans les deux siècles antérieurs (2).

» Il serait à désirer qu'après chaque tremblement de terre, les principaux contours de la *zone de vibration simultanée* fussent soigneusement relevés. Ces documents compléteraient utilement les notices géologiques que nous acquérons par l'observation directe de la surface; on étudierait ainsi avec précision notre globe, comme l'intérieur de nos organes, par une sorte d'auscultation. »

---

(1) Les principales circonstances en ont été décrites par M. Nœggerath. (*Archiv. für Mineralogie von Karsten und von Deken*, tome XXI, page 198.)

(2) Von Hoff, *Geschichte der natürlichen Verænderungen der Erdoberflæche*; page 317.

PHYSIQUE. — *Observations physiques sur les principaux geysirs d'Islande; par* M. DESCLOIZEAUX.

« Au mois de juillet dernier, M. Descloizeaux, en compagnie de M. Bunsen, de Marbourg, a de nouveau étudié les phénomènes des deux principales sources jaillissantes d'Islande, nommées, l'une le *Grand Geysir*, l'autre le *Strokkur*.

» Les études de ces deux observateurs ont été principalement dirigées sur les températures que présente, en ses différents points, la colonne d'eau qui remplit le canal central du Geysir et du Strokkur, avant et après les éruptions si souvent décrites de ces deux sources.

» Le tableau suivant renferme les résultats obtenus à l'aide d'une série de cinq thermomètres, séparés par des intervalles à peu près égaux, et plongés ensemble dans le canal central du Grand Geysir, avant et après une grande éruption.

Troisième expérience.

Le 7 juillet, à $2^h 55^m$ du soir : quatre heures avant une grande éruption. Le bassin complétement rempli ; profondeur totale, $23^m,50$.

°	Hauteurs à partir du fond.
85,0	$22^m,85$
85,2	$19^m,55$
106,4	$14^m,75$
120,4	$9^m,85$
123,0	$5^m,00$
127,5	$0^m,30$
	Fond.

Température moyenne de la colonne d'eau, 108°,33.

Quatrième expérience.

Le 7 juillet, à $6^h 58^m$ du soir : dix minutes avant une grande éruption. Le bassin complétement rempli ; longueur de la ligne, $22^m,85$.

°	Hauteurs.
85,0	$22^m,85$
84,7	$19^m,55$
110,0	$14^m,75$
121,8	$9^m,85$
126,5	$0^m,30$
	Fond.

Température moyenne de la colonne d'eau, 109°,19.

Cinquième expérience.

Le 7 juillet, à $9^h 45^m$ du soir : deux heures après une grande éruption. Le bassin à moitié rempli ; hauteur de la colonne d'eau, $22^m,75$.

	Hauteurs.
85°,0.......	$22^m,50$
103,0.......	$13^m,50$
121,0.......	$9^m,70$
122,5.......	$0^m,30$
	Fond.

Température moyenne de la colonne d'eau, 108°,83.

Deuxième expérience.

Le 6 juillet, à $8^h 20^m$ du soir : neuf heures après une grande éruption, et vingt-trois heures avant l'éruption suivante. Le bassin rempli.

	Hauteurs.
85°,0.......	$22^m,85$
82,6.......	$19^m,20$
85,8.......	$14^m,40$
113,0.......	$9^m,60$
122,7.......	$4^m,80$
123,6.......	$0^m,30$
	Fond.

Température moyenne de la colonne d'eau, 102°,30.

» Le fait le plus saillant qui ressort de l'examen de ce tableau, c'est que la colonne d'eau qui remplit le canal central du Grand Geysir offre, à sa partie inférieure, un maximum avant, et un minimum après les éruptions, la température moyenne de cette colonne d'eau variant d'ailleurs dans des limites assez restreintes.

» Le calcul montre que le point d'ébullition d'une colonne d'eau, d'une hauteur égale à celle qui occupe le canal central du Geysir, en la supposant chauffée par sa partie inférieure, serait :

Dans le cas du basssin plein............... 136°,151,
Dans le cas du bassin à moitié plein........ 135°,662.

Or nous trouvons en moyenne que la température du fond du canal est :

Pour le maximum.............. 127° ;
Pour le minimum.............. 123°,05.

C'est donc une différence,

Dans le premier cas, de......... 9°,151 ;
Dans le second cas, de.......... 12°,612.

Ainsi l'eau du Geysir est assez éloignée de son point d'ébullition dans la partie la plus basse où le thermomètre puisse descendre.

» Cette circonstance et l'existence d'un maximum et d'un minimum fournissent une explication assez plausible de la manière dont les éruptions sont produites.

» En effet, si la colonne d'eau centrale communique par un canal long

et sinueux avec l'espace qui reçoit l'action directe de la chaleur souterraine, lorsqu'il y a eu, par suite d'une éruption, projection d'une grande quantité d'eau et de vapeur, les parties inférieures de la masse liquide sont refroidies, et la vapeur d'eau, qui se forme dans le réservoir soumis à l'action de la chaleur, a une tension moindre que celle à laquelle peuvent faire équilibre le poids de la colonne centrale et celui de l'atmosphère. A mesure que cette vapeur se forme, elle vient se condenser au contact de l'eau qui remplit le canal sinueux, et elle lui abandonne sa chaleur latente. L'accroissement de température de l'eau du canal se transmet peu à peu à la partie inférieure de la colonne centrale : cet accroissement est retardé par l'air atmosphérique et les autres gaz que la vapeur entraîne avec elle; cependant, au bout d'un temps plus ou moins long, l'eau du canal doit bouillir, et la vapeur, qui continue à se former, ne peut plus s'y condenser. Cette vapeur doit donc s'accumuler, et acquérir une tension de plus en plus grande jusqu'à ce que cette tension soit capable de vaincre la résistance de la colonne d'eau qui remplit le canal et de la lancer en l'air.

» Au Strokkur, les phénomènes se passent sans doute de la même manière; mais, comme le canal qui contient la colonne liquide est plus étroit, plus irrégulier et moins profond que celui du Grand Geysir, les différences de température que présente cette colonne sont beaucoup moins sensibles.

» Le tableau suivant, qui contient le résultat de trois expériences, met ce fait en évidence :

Première expérience.		*Deuxième expérience.*		*Troisième expérience.*	
Le 8 juillet, à 4^h38^m du soir. Hauteur de la surface de l'eau au-dessus du fond, $10^m,15$.		Le 9 juillet, à 5^h32^m du soir : une heure après une grande éruption. Hauteur de la colonne d'eau, $10^m,50$.		Le 10 juillet, à 6^h57^m du soir : six heures après une grande éruption. Hauteur de l'eau au-dessus du fond, 10 mètres.	
°	Hauteurs.	°	Hauteurs.	°	Hauteurs.
100,0....	$10^m,15$	100,0....	$10^m,50$	99,9....	$10^m,00$
108,0....	$6^m,00$	100,5....	$9^m,20$	99,9....	$8^m,85$
111,4....	$3^m,00$	109,3....	$6^m,20$	113,7....	$4^m,65$
112,9....	$0^m,30$	114,2....	$2^m,95$	113,9....	$0^m,35$
	Fond.		Fond.		Fond.
Température moyenne de la colonne d'eau, 104°,77.		Température moyenne de la colonne d'eau, 105°,79.		Température moyenne de la colonne d'eau, 105°,278.	

» On remarquera que la couche supérieure de la colonne liquide du Strokkur offre toujours la température de l'eau bouillante; on observe, en effet, que cette surface oscille et bouillonne sans cesse, comme le ferait un liquide chauffé à sa partie inférieure et porté l'ébullition.

» Quant à la température maximum à la base de cette colonne, nous l'avons trouvée de 115 degrés pendant une grande éruption. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Considérations sur les hypothèses proposées pour expliquer le phénomène de l'arc lumineux des aurores boréales; par* M. Morlet.

« On vient de publier le recueil des observations de l'aurore boréale faites par les membres de la Commission scientifique du Nord. L'extrême importance des résultats qui y sont contenus me fait espérer que l'Académie voudra bien me permettre de lui soumettre quelques réflexions relatives à l'hypothèse, adoptée par le rédacteur de cet ouvrage pour expliquer le phénomène de l'arc lumineux qui accompagne ordinairement l'aurore boréale.

» L'aurore boréale est très-souvent accompagnée d'un ou de plusieurs arcs lumineux, d'apparence circulaire, semblables à l'arc-en-ciel, et dont les pieds semblent reposer sur l'horizon. Pour expliquer ce phénomène, on a eu recours à l'hypothèse suivante :

» En certaines circonstances et sous l'influence de forces inconnues, il se forme, dans les régions polaires du globe et à des hauteurs considérables au-dessus de la surface de la terre, un ou plusieurs anneaux circulaires lumineux, dont la partie qui est située au-dessus de l'horizon du spectateur offrirait toutes les apparences du phénomène dont il s'agit.

» Adoptons provisoirement cette hypothèse, et cherchons à déterminer d'une manière exacte l'apparence que présenterait un tel anneau. Recherchons aussi par quels moyens un observateur sédentaire pourrait déterminer la direction du plan de l'anneau.

» Les rayons lumineux qui partent d'un des bords de l'arc pour se rendre à l'œil de l'observateur forment les génératrices d'un cône oblique à base circulaire, dont le sommet est au lieu de l'observation. Un plan mené par l'axe du cône et perpendiculaire à sa base, partage le cône en deux parties symétriques. Par l'observation des hauteurs et des azimuts de plusieurs points d'un des bords de l'arc, on peut déterminer les directions d'un même nombre de génératrices du cône lumineux. Les directions observées de cinq de ces génératrices suffisent pour déterminer le cône; au moyen du calcul, on pourrait donc en déduire les directions des deux plans corres-

pondant aux sections circulaires antiparallèles du cône oblique. Le problème proposé aurait ainsi deux solutions.

» Les distances des points de la circonférence de la base du cône des rayons lumineux à l'œil de l'observateur restent indéterminées. L'intersection de la surface conique avec la sphère céleste forme une courbe à double courbure du quatrième degré, que l'on peut désigner sous le nom d'*arc apparent de l'aurore boréale*.

» Si l'on suppose que l'axe du cercle lumineux (c'est-à-dire la perpendiculaire à son plan, menée par le centre) passe par le centre de la terre, le plan de symétrie du cône des rayons lumineux est toujours perpendiculaire à l'horizon de l'observateur, et se confond avec le plan vertical mené par le sommet de l'arc. Ce plan trace sur la sphère terrestre l'arc de grand cercle, qui joint le lieu de l'observation au point où l'axe de l'anneau vient percer la surface du globe.

» Dans le cas particulier où l'axe du cône est perpendiculaire au plan de la base, les rayons lumineux sont les génératrices d'un cône de révolution, et l'arc apparent appartient à un petit cercle de la sphère céleste, dont le plan est parallèle à celui de l'anneau.

» Lorsque l'arc auroral coupe l'horizon en deux points diamétralement opposés (amplitude = 180 degrés), l'observateur se trouve dans le plan de l'anneau (1); l'arc apparent est une demi-circonférence de grand cercle, et la hauteur du point culminant (sommet) mesure l'inclinaison du plan de l'anneau à l'horizon.

» A la fin du XVIIe et au commencement du XVIIIe siècle, le sommet de l'arc apparaissait ordinairement près du vertical de l'étoile polaire, 10 à 15 degrés à l'est du méridien magnétique. En 1726, le célèbre astronome Tobie Mayer fut induit par là à supposer que le centre du cercle lumineux était placé sur le prolongement de l'axe de rotation de la terre, dont la direction se confondait avec celle de l'axe du cercle. De cette hypothèse, il déduisit une formule qui exprimait la distance des points de la circonférence du cercle lumineux à la surface du globe, en fonction de la hauteur du sommet et de l'amplitude observées (2). Mais l'hypothèse de Mayer fut bientôt démentie par les faits; car, à mesure que l'aiguille de déclinaison

---

(1) Il n'est donc pas exact de dire : « L'arc étant au zénith, l'observateur serait placé dans son plan. » (*Voyages en Scandinavie*, etc.; *Aurores boréales*, p. 447.)

(2) Voyez *Traité de l'Aurore boréale*, p. 65, 406 et 411. Dans les Mémoires de l'Académie pour 1731, Maupertuis a donné une solution du problème de Mayer. M. Bravais donne une autre solution du même problème. (*Aurores boréales*, p. 467.)

se portait vers l'ouest, on vit le sommet de l'arc boréal se rapprocher de plus en plus du méridien magnétique; de telle sorte qu'au commencement du XIXe siècle, époque du maximum de déclinaison occidentale, ce sommet coïncidait sensiblement avec le méridien magnétique dans toute la partie occidentale de l'Europe.

» On se hâta de généraliser ce fait purement local et relatif seulement à une époque particulière. Pour expliquer cette coïncidence du sommet de l'arc boréal avec le méridien magnétique, M. Hansteen, vers 1819, transporta le cercle lumineux de Mayer, du pôle de rotation au pôle magnétique boréal de la terre. Admettant tacitement qu'à tous les points du globe où l'aurore boréale est visible, les méridiens magnétiques vont se réunir sensiblement au pôle magnétique, il fit coïncider l'axe du cercle lumineux avec la verticale correspondante à ce pôle. La direction de cet axe reste donc fixe; mais, pour expliquer les changements que subissent la hauteur et l'amplitude de l'arc auroral, il admit que le centre du cercle lumineux peut se mouvoir de bas en haut et de haut en bas, le long du prolongement du rayon terrestre qui passe par le pôle magnétique. On admit aussi que le rayon du cercle peut éprouver des variations.

» Telle est l'hypothèse adoptée à priori par le savant rédacteur des observations de l'aurore boréale, faites pendant le voyage en Laponie, et à laquelle il s'est efforcé de ramener tous les faits observés.

» Qu'il me soit permis de présenter ici quelques doutes relatifs à la théorie de M. Hansteen. Je chercherai ensuite, dans les observations de M. Bravais et de ses collaborateurs, les éléments nécessaires à sa vérification.

» S'il existait, au-dessus du pôle magnétique, un cercle lumineux parallèle à la surface du sol, on devrait, aux environs de ce pôle, apercevoir sa circonférence entière; cependant ni Ross ni Parry n'ont jamais fait mention d'un phénomène aussi extraordinaire. La partie inférieure de tous les arcs d'aurore boréale qu'ils ont observés était toujours interceptée par l'horizon.

» Dans cette hypothèse, comment, sans recourir à des suppositions forcées, expliquer l'augmentation de la largeur du limbe lumineux, à mesure que l'arc s'élève sur l'horizon?

» Il est entièrement inexact que, dans le nord de l'Europe, les méridiens magnétiques aillent converger à un même point. A Paris, l'arc de grand cercle mené au pôle magnétique fait avec le méridien un angle de 26 degrés ouest, tandis qu'on y observe le sommet de l'arc boréal dans le méridien magnétique, par environ 21 degrés de déclinaison. A Bossekop, dans le Finmark, ce sommet n'est ni dans le méridien magnétique, ni dans le ver-

tical qui correspond au pôle magnétique. Ce plan coupe celui du méridien astronomique sous un angle de 30°31′ ouest, la déclinaison = 10°8′ ouest; et, à mesure qu'un arc s'élève sur l'horizon, son sommet se porte vers l'ouest. Les azimuts de tous les sommets observés se trouvent compris entre 11 degrés est et 100 degrés ouest. On voit donc que l'azimut du sommet, bien loin de conserver la valeur constante de 30°30′ ouest, que lui assigne la théorie, a éprouvé des variations qui se sont élevées jusqu'à 111 degrés.

» Selon cette même théorie, l'inclinaison du plan du cercle lumineux sur l'horizon de l'observateur est constante, et ce plan ne peut jamais couper la surface de la terre. Cherchons si les observations vérifient ces deux conditions. Les principes établis ci-dessus offrent pour cela un moyen facile. Lorsque l'arc auroral coupe l'horizon en deux points diamétralement opposés, l'observateur se trouve dans le plan du cercle lumineux dont l'inclinaison à l'horizon est mesurée par la hauteur du sommet de l'arc.

» Or, en compulsant le tableau donné par M. Bravais, pages 449-452, on trouve cinquante-trois arcs d'aurore boréale correspondants à des amplitudes de 180 degrés. Vingt-huit de ces arcs passaient par le zénith; ils étaient donc compris dans des plans verticaux qui traçaient sur le globe des circonférences de grand cercle. Les inclinaisons des autres arcs sont comprises entre 49 degrés nord et 33 degrés sud. On voit ainsi que le plan de l'anneau lumineux, au lieu de rester constamment parallèle à lui-même, a éprouvé dans son inclinaison des variations qui se sont élevées jusqu'à 98 degrés.

» Ces variations angulaires ressortent d'une manière très-explicite du passage suivant du Mémoire de M. Bravais : « Un arc qui d'abord se sera » montré près de l'horizon nord peut s'élever graduellement, atteindre le » zénith, descendre vers l'horizon austral, y rester quelque temps station- » naire, et puis revenir sur ses pas. Les pieds de l'arc, *presque fixes à* » *l'est et à l'ouest de la boussole*, paraissent alors tourner autour de ces » points comme autour d'une charnière. » (*Aurores boréales*, page 485.)

» On voit ainsi un plan, qu'on a supposé astreint à rester toujours perpendiculaire à une droite fixe et à ne jamais couper la surface de la terre, tourner autour d'une charnière horizontale et effectuer un mouvement angulaire de près de 180 degrés. Ce plan, dans toutes ses positions consécutives, a toujours coupé la sphère terrestre, et sa direction a passé successivement par presque tous les points de cette sphère.

» Il semble devoir résulter de là que la théorie de M. Hansteen est tout à fait impossible et en contradiction manifeste avec les observations.

» Le plan de l'anneau lumineux ne peut donc être assujetti à conserver aucune direction fixe; mais l'hypothèse qui attribue le phénomène de l'arc auroral à l'existence d'un tel anneau dans l'espace, peut soulever plusieurs objections.

» La formation dans l'espace d'une zone lumineuse autour du vide doit paraître peu probable. On a aussi remarqué que des arcs d'aurore boréale, observés en des lieux peu éloignés, présentent souvent des aspects très-différents. On est ainsi conduit à considérer l'arc auroral comme un phénomène d'optique ou de position, semblable à l'arc-en-ciel. Dans cette hypothèse, les rayons lumineux efficaces qui produisent, au même moment, l'apparence d'un des bords de l'arc, seraient astreints à former un angle constant avec la direction d'une même droite, menée par l'œil de l'observateur. Ces rayons formeraient ainsi les génératrices d'un cône de révolution dont l'intersection, toujours circulaire avec la sphère céleste, déterminerait l'arc auroral apparent.

» Dans l'hypothèse d'un anneau lumineux, l'arc apparent ne peut être un petit cercle de la sphère céleste que dans un cas très-particulier. De là résulte un moyen infaillible de reconnaître laquelle des deux hypothèses précédentes est vraie. Si l'on trouve que les points observés sont toujours placés exactement sur la circonférence d'un tel cercle, il est prouvé qu'il n'existe point d'anneau lumineux, et que l'arc auroral est un phénomène d'optique.

» L'extrême mobilité des arcs et différentes circonstances atmosphériques n'ont malheureusement pas permis aux observateurs de Bossekop d'obtenir des mesures de coordonnées angulaires assez exactes, pour résoudre en toute rigueur la question relative à la forme de l'arc apparent. M. Bravais s'est livré, à ce sujet, à une discussion approfondie, et la projection stéréographique des points observés sur l'horizon du lieu de l'observation lui a donné le résultat suivant : « Lorsque l'arc est régulier, *la* » *supposition qui lui attribue la forme circulaire* s'écarte bien peu de la » vérité; car, toutes les fois que nous avons possédé un assez grand » nombre de points bien déterminés, ceux-ci se sont toujours coordonnés » exactement en un arc de cercle sur notre projection. Si l'arc, en restant » symétrique par rapport au plan vertical, devenait elliptique (1), on le » reconnaîtrait à ce signe, que les points inférieurs resteraient soit au nord, » soit au sud du tracé passant par les points supérieurs. Mais il est pré-

---

(1) L'arc apparent est toujours ou un cercle ou une courbe à double courbure, et ne peut jamais devenir elliptique.

» férable, lorsqu'on désire faire convenablement cette vérification, d'a-
» dopter un autre mode de projection, et de rapporter *orthographiquement*
» les points de l'arc sur le plan de symétrie. . . . . Alors, selon que l'arc est
» circulaire ou de forme elliptique, on doit obtenir une ligne droite ou
» courbe pour cette projection. Ce genre d'épreuve donne des lignes si
» peu différentes de la ligne droite, que leur courbure, si elle est réelle,
» peut être considérée comme se perdant dans les erreurs inévitables des
» observations. » (*Aurores boréales*, page 446.)

» On voit donc que les observations s'accordent, dans les limites de leurs erreurs probables, à donner aux arcs boréaux une forme exactement circulaire. Les légères déviations que présentent les arcs du 21 novembre et du 7 décembre peuvent être attribuées à des erreurs d'observation, et ne semblent pas suffisantes pour « prolonger *arbitrairement* la partie in-
» férieure de la projection orthogonale des arcs, au-dessous de l'horizon,
» de manière à rendre sensible leur courbure hyperbolique *théorique*. »
(*Aurores boréales*, page 446.)

» Les résultats obtenus par les physiciens de la Commission scientifique du Nord se trouvent ainsi entièrement conformes à l'hypothèse qui consiste à considérer l'arc auroral comme un phénomène d'optique. C'est aux observations futures à prononcer définitivement sur la réalité de cette hypothèse. Peut-être serait-il possible d'obtenir des résultats plus décisifs, si, au lieu de se contenter de constructions graphiques, on appliquait le calcul aux observations contenues dans le Recueil de M. Bravais.

» En considérant l'arc auroral comme un phénomène d'optique, et les deux bords qui limitent son limbe comme des portions de cercle de la sphère céleste, on est conduit à chercher la mesure du demi-diamètre angulaire de chaque arc observé, et à déterminer la position de l'axe du cône des rayons lumineux qui y correspond. Il arrive ordinairement qu'à mesure qu'un arc se porte du nord vers le sud, ce demi-diamètre angulaire augmente. Les valeurs maxima et minima du rayon angulaire ne se réduiraient-elles pas à un certain nombre limité de valeurs constantes pour tous les arcs? Il serait également important de déterminer la courbe que trace l'axe du cône des rayons lumineux sur la sphère céleste, en vertu des changements successifs que subissent la hauteur, l'azimut du sommet et l'amplitude de l'arc auroral. Il faudrait aussi déterminer les positions consécutives de cet axe à l'égard de la résultante magnétique.

» Avant de clore cette longue Lettre, je demande la permission d'ajouter quelques mots relatifs à la réalité du bruit qu'on prétend accompagner

quelquefois les aurores boréales très-brillantes. Il y a lieu de s'étonner que tous ceux qui se sont occupés de cette question, après avoir rapporté les témoignages négatifs d'un grand nombre de voyageurs dans les régions polaires du globe, aient négligé de citer le témoignage si positif de Messier, affirmant avoir entendu un bruit très-remarquable pendant une aurore boréale qu'il observait à Paris, à l'observatoire de la Marine. Voici les paroles de cet observateur :

« Le 21 mai 1762..., l'aurore boréale commence à 9 heures du soir...; » à 11 heures elle occupait un espace de 160 degrés à l'horizon...; grand » nombre de jets lumineux.... Ce que je vis de plus remarquable dans ce » phénomène, fut à 11 heures : j'aperçus, dans la partie du ciel depuis le » nord jusqu'à l'ouest, des éclairs brillants, blanchâtres, qui étaient paral- » lèles à l'horizon dans toute cette étendue, et qui passaient successivement » les uns au-dessus des autres, en perdant de leur lumière, et allaient s'éteindre » à une hauteur de 20 degrés sur l'horizon. Ces coups de lumière parcou- » raient cette partie du ciel dans l'espace d'une seconde et demie : un de » ces éclairs n'était pas plutôt fini, qu'un autre recommençait de paraître; » quelquefois même l'horizon en présentait un second avant que le premier » eût parcouru tout l'espace dont je viens de parler.... Ce que j'observai » encore de remarquable et de singulier, c'est que, dans le temps que ces » lumières quittaient l'horizon, j'entendais une espèce de murmure, sombre » à la vérité, mais cependant à ne pas s'y méprendre; la tranquillité dans » laquelle j'étais, et l'attention que j'apportais après le premier soupçon » que j'en eus, ne me laissèrent point douter, par la suite, que le bruit » que j'entendais ne provînt du commencement de l'éclair, et je ne peux » mieux comparer ce bruit qu'à celui qui est produit par l'effet de l'élec- » tricité. » (*Anciens Mémoires des Savants étrangers,* tome VI, p. 110; *voir* aussi, au tome V, la planche de la page 318.)

» Cette observation de Messier est le seul témoignage qui tende à confirmer l'opinion généralement répandue, parmi les habitants des contrées septentrionales du globe, que, pendant les aurores boréales brillantes, on entend souvent un bruit sensible. »

M. Delarue adresse le tableau des *observations météorologiques* faites à Dijon pendant les cinq derniers mois de 1846, et un résumé des observations de l'année entière.

M. Fraysse adresse le tableau des *observations météorologiques de Privas* pour le mois de février 1847.

M. **Dujardin** communique les résultats qu'il a obtenus en aimantant une grosse barre d'acier, dans le but de remplacer, dans les *télégraphes électriques*, les faisceaux en fer à cheval, dont la construction est *difficile*, par des aimants d'une seule pièce.

M. **Paltrineri** appelle l'attention sur une partie d'un *télégraphe électrique* de son invention, dont il désirerait que M. Breguet essayât l'application à son télégraphe.

M. **Mandl** annonce l'envoi prochain d'un Mémoire destiné à répondre aux objections qui ont été présentées contre la légitimité du moyen qu'il indique pour *distinguer la mort réelle de la mort apparente*.

M. **Andraud** prie la Commission qui a été chargée d'examiner son système de propulsion pour les *chemins de fer*, de vouloir bien assister aux expériences qui se font sur un tronçon de chemin qu'il a établi.

M. **de Grenier** adresse une réclamation de priorité relative aux divers systèmes de *chemins de fer* dans lesquels le moyen de prévenir le déraillement repose sur l'existence d'un rail central.

M. **Boué** annonce que l'on peut à *argenter, au moyen de la galvanoplastie, des planches de métal*, de manière à les rendre propres à recevoir les images photographiques.

M. **Garson** annonce qu'il est parvenu, au moyen de l'*action électrique*, à *nettoyer les sculptures en métal et en marbre*, sans regrattage ni ponçage. Il croit également être parvenu, par un procédé électrochimique, à soustraire la surface de ces objets aux dégradations produites par les agents extérieurs aériformes ou liquides.

M. Garson sera invité à faire connaître son procédé; on le soumettra alors à l'examen d'une Commission.

L'Académie reçoit deux communications relatives aux *encres de sûreté*; ces communications sont faites, l'une par M. **de Surmont**, l'autre par M. **Wolffensheim**.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. A.

ERRATA.

(Séance du 8 mars 1847.)

Page 374, ligne 1, *au lieu de* Jackson, *lisez* Johnson.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 mars 1847, les ouvrages dont voici les titres :

Établissement horticole. — Graines pour étude ou pour école botanique, année 1847; *par* M. LÉON LILLE et Cie; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; février 1847; in-8°.

Annales de Thérapeutique médicale et chirurgicale et de Toxicologie; par M. ROGNETTA; mars 1847; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; février 1847; in-8.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; mars 1847; in-8° et atlas in-4°.

On the Equilibrium . . *Sur l'Équilibre et le Mouvement des corps solides et liquides; par* le révérend SAMUEL HAUGHTON. Dublin, 1847; in-4°.

Astronomische. . . *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 590; in-4°.

Bericht über. . . *Analyse des Travaux de l'Académie royale des Sciences de Berlin, destinés à la publication;* novembre et décembre 1846; in-8°.

Ueber ein. . . *Sur un Système nerveux intestinal indépendant; par* M. REMAK. Berlin, 1847; in-folio.

Neue Zeistschrift. . . *Nouveau Journal de l'Institution tyrolienne du Ferdinandeum, publié par les curateurs de l'Institution;* XIIe volume. Inspruck, 1846; in-8°.

Darstellung des. . . *Exposition du Mécanisme du Système du Monde, d'après Copernic; par* M. EWERTZ. Milan, 1846; in-8°.

Gazette médicale de Paris; n° 10.

Gazette des Hôpitaux; nos 25 à 27.

L'Union agricole; n° 142. F.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 mars 1847, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences, 1er semestre 1847, n° 10; in-4°.

Annales des Sciences naturelles; décembre 1846; in-8°.

Bulletin de la Société de Médecine de Besançon; 2e année, 1846; in-8°.

Encyclopédie moderne. Dictionnaire abrégé des Sciences, des Lettres, des Arts, etc.; nouvelle édition, publiée par MM. DIDOT, *sous la direction de* M. L. RENIER; 67e et 68e livraison; in-8°.

Dictionnaire des Arts et Manufactures, Description des procédés de l'Industrie française et étrangère, publié par M. CHARLES LABOULAYE; 2 vol. in-8°.

Traité des poisons, ou Toxicologie appliquée à la Médecine légale, à la Physiologie et à la Thérapeutique; par M. CHARLES FLANDIN; 1 vol. in-8°.

De l'Arsenic, suivi d'une Instruction propre à servir aux experts dans les

cas d'empoisonnement; par MM. DANGER et CH. FLANDIN; 1 vol. in-8°. (Cet ouvrage et le précédent sont adressés pour le concours Montyon.)

Traité théorique et pratique des Luxations congénitales du fémur, suivi d'un Appendice sur la Prophylaxie des Luxations spontanées; par M. PRAVAZ; in-4°. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Étude sur la limite des Neiges perpétuelles; par M. DUROCHER. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome XIX.) In-8°.

Étude sur la Navigation des rivières à marées, et la conquête des lais et relais de leur embouchure; par M. BOUNICEAU; 1845; in-8°. (Adressé pour le concours de Statistique.)

Clinique iconographique de l'hôpital des Vénériens; par M. RICORD; 15e livraison; in-4°.

De l'Éthérisation et des Opérations sans douleur; par M. SÉDILLOT; in-8°.

L'Indicateur des Poids et Mesures métriques, Instructions; par M. V. PAQUET, de Tour (Calvados). Caen, 1845; in-18.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mars 1847; in-8°.

La Clinique vétérinaire; janvier, février et mars 1847; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mars 1847; in-8°.

Revue zoologique, par la Société Cuviérienne, sous la direction de M. GUÉRIN-MÉNEVILLE; 1847, n° 2; in-8°.

L'Abeille médicale; mars 1847; in-8°.

Société médicale allemande de Paris. — Expériences sur l'action de l'éther sulfurique, faites sur l'homme sain; janvier 1847; in-8°.

Académie royale de Belgique. — Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; tome XIV, n° 2; in-8°.

Proportions extraordinaires de l'homme. — Statistique morale. — Météorologie. — Puits artésiens; par M. QUÉTELET; 1 feuille in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de la Belgique; 13e année 1847; in-18.

De Calore radiante Disquisitiones experimentis quibusdam novis illustratas scripsit CAROLUS HERMANNUS KNOBLAUCH. Berolini, 1846; in-4°.

Astronomical observations... *Observations astronomiques faites sous la direction de* M. MAURY, lieutenant de la Marine nationale des États-Unis, à l'Observatoire naval de Washington; tome Ier. Washington, 1846; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 591; in-4°.

Ueber den... *Sur le Galvanisme, comme moyen chimique de guérison des maladies locales;* par M. G. CRUSELL; *avec deux Additions à ce Traité;* 3 brochures in-8°. Saint-Pétersbourg, 1841, 1842 et 1843.

Gazette médicale de Paris; 17e année, n° 11; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 28 à 30; in-folio.

L'Union agricole; n° 143. A.
